

## Den samfundsøkonomiske kalkulationsrente

Hansen, Anders Chr.

*Published in:*  
Nationaløkonomisk tidsskrift

*Publication date:*  
2010

*Document Version*  
Også kaldet Forlagets PDF

*Citation for published version (APA):*  
Hansen, A. C. (2010). Den samfundsøkonomiske kalkulationsrente. *Nationaløkonomisk tidsskrift*, 148, 159-192.

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain.
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact [rucforsk@kb.dk](mailto:rucforsk@kb.dk) providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# Den samfundsøkonomiske kalkulationsrente

Anders Chr. Hansen

Department of Environmental, Social and Spatial Change (ENSPAC), Roskilde Universitet,

E-mail: anders@ruc.dk

*SUMMARY: The discount rate prescribed by the Danish Ministry of Finance for the economic appraisal of politically driven investments is relatively high and this has given rise to concerns for sub-optimal ranking of these. The paper addresses the theoretical and empirical basis for the social discount rate and recommends a level of 3%+/-2% for time horizons within 30 years. For longer time horizons a gradually declining discount rate is recommended (hyperbolic discounting). It is shown that hyperbolic discounting does not give rise to time inconsistency in the appraisal of classical (putty-clay/sunk cost, inseparable) investment plans.*

---

## Den politisk-administrativt fastsatte kalkulationsrente

Finansministeriets krav til samfundsøkonomisk vurdering af offentlige investeringer og visse andre politisk drevne investeringer har siden 1999 indebåret anvendelse af en kalkulationsrente på 6%, Finansministeriet (1999). Nogle planlægningsområder har dog fra 2009 kunnet anvende en kalkulationsrente på 5%. Både 5% og 6% er relativt høje kalkulationsrentesatser, og det kan medføre, at kortsigtede projekter prioriteres over langsigtede, samt at projekter, hvor omkostningerne er jævnt fordelt over projektperioden, prioriteres over projekter, hvor omkostningerne ligger tidligt i forløbet. For projekter og planer med virkninger for fremtidige generationer har diskontering desuden etiske aspekter.

Udgangspunktet for denne artikel er, at staten eller samfundet ligesom husholdninger og virksomheder har gode og rationelle grunde til at tillægge fremtidige værdier mindre vægt end nutidige, altså at diskontere. Spørgsmålet er, *hvor meget* staten bør diskontere. Ikke alle grunde er lige gode, og besvarelsen af spørgsmålet må derfor starte med, hvilke gode grunde staten eller samfundet har til at diskontere.

Der er ikke nogen konsensus blandt økonomer om den samfundsøkonomiske kalkulationsrentes størrelse. Alligevel er det nødvendigt at lægge sig fast på et bestemt niveau, hvis de økonomiske kalkuler skal spille nogen rolle for beslutningerne om offentlige investeringer og andre investeringer, der er drevet af politiske beslutninger. Ellers er de økonomiske besluningsgrundlag for dem ikke sammenlignelige og desuden for lette at manipulere.

Det er således en almindelig praksis, også i udlandet, at den myndighed, der står for planlægningen af den offentlige økonomi, udmelder en kalkulationsrente, der skal bruges i den økonomiske vurdering af skattefinansierede projekter og af private investeringer, der forsøges drevet i en samfundsønskelig retning af handlingsplaner mm.

I denne artikel drøftes de økonomiske argumenter bag valget af kalkulationsrente. Artiklen kan ikke komme omkring hele diskussionen, men det anbefales at læse Møller (2009), som med stor indsigt forklarer stort set alle begreber og metoder, der er behandlet i nærværende artikel og konfronterer efficiens-problemet med det etiske problem.

### **Andre bud på kalkulationsrenten**

Finansministeriets kalkulationsrente på 6% er langt højere end den kalkulationsrente, som tilsvarende myndigheder i andre europæiske lande foreskriver.

I Norge, Det Kongelige Finansdepartement (2005), Sverige, Vägverket (2006) og Frankrig, Commissariat général du Plan (2005) foreskriver man 4%. Det tyske finansministerium, Bundesministerium der Finanzen (2010, 2009) har i de seneste par år foreskrevet 2,2%.

En vejledning fra Europa-Kommissionen, Commission of the European Communities, DGRP (2008) beregner samfundsøkonomiske kalkulationsrenter på 2,8-4,1% for de gamle EU-lande (3,5% for Danmark) og 5,3-8,1% for de nye, som har højere vækstrater og alternativafkast. Disse kalkulationsrenter anbefales til vurdering af projekter, der finansieres af EU's social- og samhørighedsfonde.

Der findes dog også europæiske lande der anvender kalkulationsrenter på 5%. Bl.a. anvender det finske transport- og regionsministerium 5% i hvert fald på transportrelaterede investeringer, Liikenne- ja aluehallinto (2004).

Man kunne overveje, om der ikke burde være en kalkulationsrente for hele EU i betragtning af den konvergerende udvikling af medlemslandenes økonomier. Konvergenen er dog næppe så vidt fremskreden i dag, at dette er aktuelt. Især har finanskrisen tydeliggjort de betydelige forskelle imellem Nord- og Sydeuropa, imellem samhørighedslande og det øvrige EU samt imellem de nye og de gamle medlemslande. Forskellene imellem de ovennævnte lande og den danske kalkulationsrente bør dog give anledning til at genoverveje grundene til at have så højt et niveau i Danmark.

Blandt danske økonomer er der langt fra enighed om Finansministeriets forskrift. Miljøministeriets eksperter på området anbefaler en kalkulationsrente på 3% +/-2%, Møller m.fl. (2000).

De Økonomiske Råd har igennem årene set på mange typer af langsigtede investeringer i eksempelvis miljø, energi og uddannelse og har i den forbindelse brugt diskonteringsrenter på 3%, Det Økonomiske Råd (2008, 2007, 2006) og 4%, Det Økono-

miske Råd (1999). Rådets beregninger af økonomien i 1990ernes energiinvesteringer viste i øvrigt, at anvendelsen af en diskonteringsrente på 6% i stedet for 3-4% er alt, der skal til for, at udviklingen af Danmarks vindmøllesektor fremstår som en økonomisk fiasko, Det Økonomiske Råd (2002).

### **Virkninger af at bruge en høj kalkulationsrente**

En for høj kalkulationsrente kan ligesom en for lav kalkulationsrente føre til en sub-optimal prioritering.

Økonomien i de vurderede projekter består i reglen i at balancere en stor investering nu over for en strøm af fordele i fremtiden. For eksempel investeringer i fjernvarmeanlæg eller vindmøller til gengæld for lavere (eller ingen) udgifter til og forurening fra brændsel i fremtiden. En høj kalkulationsrente reducerer nutidsværdien af de fremtidige fordele og gør dermed projekterne mindre lønsomme. Det er i højere grad tilfældet, jo længere projektets driftsperiode er. Derfor kan en for høj kalkulationsrente føre til, at der investeres for lidt i de projekter, der har en lang tidshorisont. Projekter med særlig lang tidshorisont findes for eksempel inden for vandsektoren, naturgenopretning, transmissionsnet og geotermisk varme.

Desuden vil en højere kalkulationsrente føre til lavere nutidsværdi af projekters omkostninger, hvis de er jævnt fordelt over eller ligger sent i projektforløbet, end hvis de er koncentreret tidligt i forløbet.

Kalkulationsrenten er således udslagsgivende for den samfundsøkonomiske vurdering af projekter, handlingsplaner og strategiplaner, men ikke for deres faktiske rentabilitet og ikke nødvendigvis for deres faktiske gennemførelse.

Den samfundsøkonomiske vurdering er ofte kun et af flere hensyn i beslutningsprocessen. Nogle samfundsøkonomiske aspekter som innovation, forsyningssikkerhed og importbelastning indgår ikke i de samfundsøkonomiske vurderinger, men spiller alligevel en stor rolle for projekternes samfundsøkonomiske betydning. Hertil kommer helt andre hensyn jf. det grundlægende politologiske problem for politiske beslutningstagere om »stemmeoptimering vs. samfundsøkonomisk optimering«.

Det er dog vanskeligt, at afgøre præcis hvilken rolle de enkelte hensyn har spillet for de enkelte projekters og planers realisering. Eksempelvis fandt Trafikministeriet (2001) at elektrificering af banenettet i Jylland ville have intern rente på -2%. Der er tydeligvis mange andre årsager til, at projektet 10 år efter den planlagte færdiggørelse kun er nået halvvejen, men den samfundsøkonomiske vurdering må antages at have en vis betydning.

Kalkulationsrenten har dog næppe en stor indflydelse på den samlede størrelse af offentlige investeringer i Danmark, da denne bestemmes af en langsigtet makroøkonomisk ramme. Efter 1970ernes massive offentlige investeringer på 3-5% af BNP blev

deres omfang reduceret betydeligt, og det har siden varieret omkring 1,8% af BNP. Skulle man i dag løfte denne ramme til f.eks. 3% af BNP som i det øvrige Skandinavien, ville det forudsætte en politisk beslutning herom snarere end en lavere kalkulationsrente. Der er ganske vist politologiske forklaringsmodeller, ifølge hvilke en højere kalkulationsrente skulle være attraktiv, fordi den dæmper presset på regeringen for at gennemføre offentlige investeringer, men den type af politologiske mekanismer er meget vanskelige at verificere.

Finansministeriets kalkulationsrente spiller derimod ikke nogen rolle for den faktiske finansiering og dermed for projekternes faktiske rentabilitet. I praksis finansieres den offentlige sektors udgifter til en rente, som ikke adskiller sig væsentligt fra den internationale rente, og som anvendes i finansielle eller budgetøkonomiske analyser.

En stor del af investeringerne i infrastruktur og lignende foretages af offentlige selskaber, som typisk kan finansiere deres investeringer med statsgaranterede lån eller statslige genudlån til omtrent samme rente. De omfatter bl.a. DR, DSB, selskaberne, der står for de faste forbindelser og Københavns havne-Ørestads-Metro-udvikling samt Danmarks Skibskreditfond.

Nogle af de større projekter, der udføres af disse selskaber, underkastes også en samfundsøkonomisk vurdering, som kan få betydning for deres gennemførelse. Det samme er tilfældet for større handlingsplaner og strategiske planer om f.eks. klimapolitik, vedvarende energi og biobrændstof. På disse områder får kalkulationsrenten betydning for meget store private investeringer, der ikke er omfattet af rammen for offentlige investeringer, og hvis gennemførelse er drevet af politisk besluttede incitamenter og krav.

På klima- og energiområdet vil en høj kalkulationsrente føre til en mere positiv samfundsøkonomisk vurdering af løsninger, der indebærer store omkostninger sent i perioden, som eksempelvis atomaffalds- og geologisk CO<sub>2</sub>-deponering. Disse teknologier spiller dog ikke den store rolle i de foreliggende danske energi- og klimaplaner. Omvendt vil løsninger, der indebærer store investeringer tidligt i perioden til gengæld fordele meget lang tid ud i fremtiden vurderes mere negativt. Det kunne være eksempelvis være geotermisk varme eller internationale el-transmissionsnetværk.

Kommunerne, som har ansvaret for godkendelse af investeringer i kollektive varmforsyningsanlæg (fjernvarme- og kraftvarmeanlæg) skal godkende det »ud fra en konkret vurdering ... samfundsøkonomisk mest fordelagtige projekt« (BEK nr. 1295 af 13/12/2005, Godkendelse af kollektive varmforsyningsanlæg (2005, §6). Det skal ske på basis af Energistyrelsens vejledning, Energistyrelsen (2007), ifølge hvilken analyser af projekter, der gennemføres som led i den vedtagne energipolitik, skal gennemføres med den af Finansministeriet foreskrevne kalkulationsrente. Der findes dog muligheder for at dispensere for godkendelseskravet i energisektoren, såfremt der ek-

sempelvis er tale om et udviklingsprojekt eller andet, der bibringer projektet værdi, som ikke er medregnet i den samfundsøkonomiske analyse.

Tilsvarende vejledninger i samfundsøkonomiske analyser er udarbejdet af andre planlægningsmyndigheder, og de foreskriver anvendelse af Finansministeriets diskonteringsrente på deres respektive planlægningsområder, Energistyrelsen (2007, 2008), Miljøministeriet (2010), Kystdirektoratet (2009).

Nedprioritering af offentlige investeringer er ikke ensbetydende med, at de aldrig gennemføres, men udskydelsen af investeringer kan også medføre store samfundsøkonomiske tab, jf. f.eks. udskydelsen af udskiftningen af banenettets signalsystem.

### **Rationaler for diskontering**

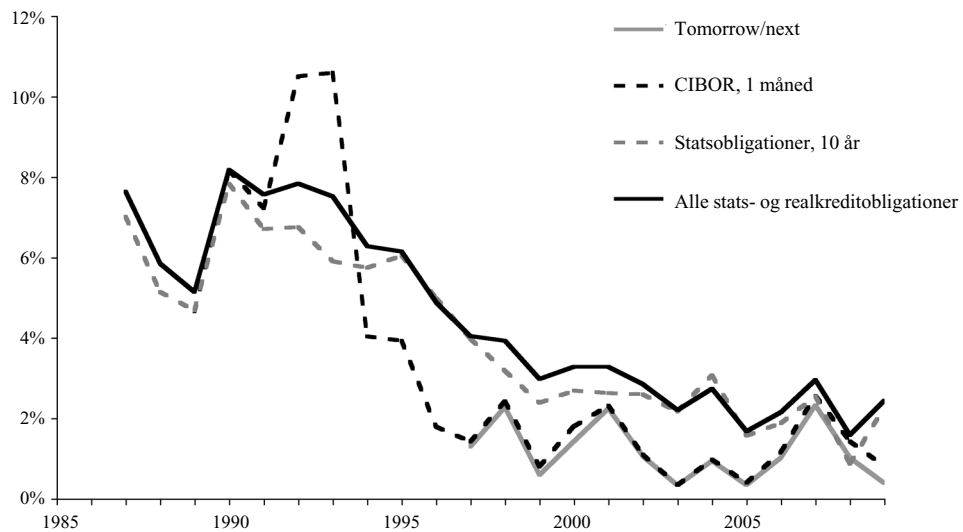
Der er to økonomiske rationaler bag diskontering. Som forbrugere (og dermed også opsparende) er vi tilbøjelige til at foretrække fremskyndet frem for udskudt forbrug. Som investorer forlanger vi et afkast af den investerede kapital, der er mindst lige så stort som det afkast, vi kunne have fået ved at investere i alternative kapitalanbringelser. Disse rationaler afspejles i begge de to hovedtilgange til empirisk indkredsning af kalkulationsrenten »social rate of time-preference« og »social opportunity cost«, Lind (1982), der kan karakterises som henholdsvis »prescriptive« og »descriptive«, Arrow m.fl. (1996). Der er også tilgange, der medregner efficienstab ved forvridende skatter i kalkulationsrenten, men det kan med fordel analyseres særskilt, som det foreskrives i den danske vejledning.

Den økonomiske debat om kalkulationsrenten handler i høj grad om, hvilken af disse to tilgange, man bør vælge, og om man bør lægge vægt på forbruger- eller investorrationalet. En stor del af litteraturen konkluderer imidlertid, at begge rationaler må spille en rolle for den samfundsøkonomiske kalkulationsrente. I praksis bliver det til enten et vejet gennemsnit eller en fællesmængde af de mulige kalkulationsrenter, som kan udledes til at repræsentere de to rationaler.

Det er også tilfældet i Finansministeriets vejledning, Finansministeriet (1999). Her giver man afkald på at beregne den samfundsøkonomiske tidspræferencerate, idet der er for stor usikkerhed forbundet med at estimere parametrene. I stedet estimeres forbrugerdiskonteringsrenten som den disponible realrente for bankernes indlån fra og udlån til forbrugerne, der historisk har svinget imellem 2% og 15%.

Investordiskonteringsrenten beregnedes som en gennemsnitlig omkostning ved kapital investeret i selskabssektoren (Weighted Average Cost of Capital – WACC) til 6-11%. Det baseredes på historiske realafkast af aktier på 6-13%, en tilsvarende historisk realrente på fremmedkapital på 4-6% og en forudsætning om 40% egenkapital.

Disse ræsonnementer fører frem til en kalkulationsrente på 6%, men rummer en række metodiske problemer, som vil blive diskuteret i det følgende.



Figur 1. Reale korte pengemarkedsrenter og effektive obligationsrenter 1987-2009.

Kilde: Danmarks Statistik, Statistikbanken (Danmarks Statistik 2010).

### Investorrationalitet

Investeringer i markedsmæssige aktiviteter indebærer en risiko for ikke alene at miste sin fortjeneste, men også at miste sin kapital eller noget heraf. Denne risiko må investor nødvendigvis tage hensyn til i sit afkastkrav, som er den diskonteringsrente, en investor diskonterer en aktivitets fremtidige pengestrømme med i vurderingen af, om den er rentabel.

Afkastet af aktier er derfor typisk højere end afkastet af obligationer. Det gennemsnitlige realafkast af aktier er for eksempel opgjort til 7,1% om året over perioden 1922-1999, Nielsen, Risager (2001). Afkastraten svinger dog meget, og gennemsnittet er meget afhængigt af periodeafgrænsningen.

En standardmetode til analyse af afkast og risici er the Capital Asset Pricing Model (CAPM), Sharpe (1964), Lintner (1965, 1969), ifølge hvilken afkastkravet for investeringer i markedsmæssige aktiviteter kan opdeles i en risikofri rente og en risikopræmie.

Den risikofri rente er den rente, investorerne kræver for blot og bart at stille kapital til rådighed med fuld sikkerhed for at få den tilbage efter en periode. Den er en kompensation for ikke at kunne bruge sin kapital til andet i det tidsrum. Den kan ikke direkte aflæses af markedsdata, men man kan bruge renten af en meget kort kredit som tilnærmelse.

I Danmark kan den af Nationalbanken siden 1997 opgjorte tomorrow/next (dag til

dag) pengemarkedsrente bruges som tilnærmelse til den risikofri rente. Den reale T/N-rente er vist i figur 1 og den er ikke så forskellige fra andre korte renter som CIBOR med 1 måneds løbetid. Man skal dog ikke langt tilbage i historien før de korte pengemarkedsrenter kommer til at afspejle pengepolitik og valutakriser i en grad, som næppe kan lægges til grund for den forventede fremtidige risikofri rente. Gennemsnittet for den reale T/N-rente 1997-2008 er 1,2%.

I tillæg til den risikofri rente vil afkastkravet inkludere en risikopræmie, som afspejler de systematiske, men ikke de aktiv-specifikke (ikke-systematiske) risici. Er porteføljen tilstrækkeligt diversificeret, kan man regne med, at de ikke-systematiske risici udligner hinanden. Det er derimod ikke muligt at diversificere sig ud af de risici, der rammer hele aktiemarkedet og dermed hele porteføljen. Disse såkaldt systematiske risici omfatter blandt andet risici for recession og energikriser, rente og valutakursændringer, beskatning og anden lovgivning, finanssektor- og boblekollaps, osv med de realøkonomiske og finansielle kædereaktioner, som disse stød fører med sig. Finanskrisen gav en påmindelse om, at selv virksomheder uden ikke-systematiske tab kan risikere konkurs, når efterspørgslen forsvinder, betalingerne for leverede varer og tjenester udebliver, og det er umuligt at låne til nye aktiviteter.

Diskonteringsrenten eller det reale afkastkrav for ansvarlig kapital kan således beskrives ved en risikofri rente plus en risikopræmie, som afspejler i hvilket omfang, afkastet samvarierer med hele aktiemarkedets afkast. Alle investeringer i industri og andre markedsmæssige aktiviteter løber denne risiko uanset, om det er staten eller private, der investerer. Det er helt afgørende for den økonomiske logik, at man sammenligner afkastet af alternative investeringer med samme risici. Ellers ville staten kunne overflødiggøre en stor del af skatterne ved at finansiere aktieopkøb med salg af statsobligationer. Det er navnlig her, Finansministeriets analyse, der ligger til grund for kalkulationsrenten på 6%, er for unuanceret.

I flere europæiske lande var der tidligere en tradition for relativt store statslige investeringer i industri og service, og der var god grund til at vurdere disse ud fra deres markedsrisiko. Når man i Frankrig nedsatte kalkulationsrenten fra 8% til 4% (2% efter 30 år) var det blandt andet med henvisning til, at den franske stat, som hidtil har haft et stærkt engagement i industri og bankvæsen, i vidt omfang har trukket sig og fortsat trækker sig ud af markedssektorerne, Commissariat général du Plan (2005).

Den danske stat har imidlertid ikke på samme måde investeret offentlige midler som ansvarlig kapital i industri og bankvæsen og har derfor ikke haft samme grunde til en høj kalkulationsrente ved investering af offentlige midler. Der er dog eksempler, og mange af disse blev netop omdannet til aktieselskaber i 1990'erne. Staten har aktier i SAS og DONG af strategiske årsager og desuden i selskaber, der står for infrastruktur (transport, el-transmission, kommunikation) og byudvikling.



Til forskel fra andre lande med et stærkt statsligt engagement i industri og service, har Danmark i højere grad koncentreret sig om investeringer i produktion af offentlige og fælles goder. Risiciene forbundet hermed er af en helt anderledes karakter end risiciene forbundet med investeringer i markeds-mæssige aktiviteter. Markedsfinansierede projekter har både en risiko for at efterspørgslen svigter, og at betalingsforpligtelserne for den faktiske efterspørgsel misligholdes (kreditrisiko). Disse risici har skattefinansierede projekter ikke. Tjenesterne er så at sige købt på forhånd og skatteyderne hæfter kollektivt for betalingen, så enkeltpersoners misligholdelse ikke er en risiko.

Skattefinansierede investeringer i produktion af offentlige og fælles goder adskiller sig således fra privat finansierede investeringer ved, at alle tab bæres ligeligt – og lovpålagt – af alle borgere, som også deler alle gevinster. Der er således ikke brug for den risikopræmie, der er nødvendig for, at mobilisere risikovillig kapital i den private sektor. Arrow og Lind (1970, 1972) når på denne baggrund frem til, at kalkulationsrenten for offentlige projekter af denne type bør være den risikofri rente.

Der er dog også systematiske risici forbundet med obligationsfinansiering. De udgør nødvendige omkostninger ved finansiering af offentlige investeringer. De omfatter risici som inflation og valutakursændringer, der afspejles i en højere effektiv rente på statspapirer, jo længere løbetid ("rentekurven"). For lande med høje gældskvoter og små vækstudsigter afspejles den lavere kreditværdighed ligeledes i renten. Hvis man medregner disse, bliver konklusionen, at offentlige investeringer, som ikke har nogen markedsrisiko, bør diskonteres med den effektive realrente af statsobligationer med en passende løbetid, f.eks. 10 år.

Derved ville den samfundsøkonomiske kalkulationsrente blive tæt på den faktiske rente ved finansiering af offentlige investeringer. Det ville imidlertid efterlade et problem med sammenligning af private og offentlige enheders løsning af offentlige opgaver. Der er dokumenteret en betydelig forekomst af *forhåndsoptimisme* (*»optimism bias«*) i planlægning af offentlige investeringsprojekter både i Danmark og i udlandet, Bruzelius, Flyvbjerg & Rothengatter (2002) og andre arbejder af Bent Flyvbjerg. Det medfører budgetoverskridelser, som dækkes ind af offentlige budgetter i øvrigt.

Udlicitering og de mere komplekse offentligt private partnerskaber (OPP) anvendes i stigende omfang med det formål at undgå budgetoverskridelser og i det hele taget at effektivisere opgavevaretagelsen. Hvis projektet udføres på kontrakt med et selskab adskilt fra den ansvarlige myndighed, vil disse overskridelser skulle dækkes af selskabet. Det vil i så fald skulle indregne risikoen for budgetoverskridelser i sit bud – enten som højere forventede udgifter eller højere diskonteringsrente. Det private bud vil i så fald ikke kunne sammenlignes direkte med den offentlige kalkule, hvis denne hverken medregner risikoen for budgetoverskridelser i de forventede udgifter eller i kalkulationsrenten.

I Norge har man forsøgt at løse problemet ved at benytte en risikojusteret diskonteringsrente. Kalkulationsrenten på 4% er således sammensat af en risikofri rente på 2% og et tillæg for moderat systematisk risiko på 2%. Projekter med høj systematisk risiko bliver tillagt 4%, så kalkulationsrenten bliver 6%. Projekter, der konkurrerer med den private sektor, kalkuleres med den risikofri rente på 2% plus et risikotillæg, der svarer til det, de private investorer står overfor, Det Kongelige Finansdepartement (2005).

Det principielle problem ved at håndtere systematisk risiko på denne måde er imidlertid, at man implicit forudsætter, at sandsynligheden for, at det lavere afkast indtræffer, kan beskrives ved en eksponentialfunktion ligesom diskonteringsfunktionen. Hvis dette ikke er tilfældet, vil man kunne få en bedre vurdering af projektets risici ved at omregne de enkelte usikre elementer i analysen til sikkerhedsækvivalenter og/eller anvende et udtømmende sæt af scenarieanalyser. Det er en tilgang, man nu synes at hælde til i Norge, Finansdepartementet (2005) og anbefaler i UK, Her Majesty's Treasury (HMT) (2004) og Frankrig, Commissariat général du Plan (2005). En udførlig diskussion af problemet fører også Price (1993) til samme konklusion.

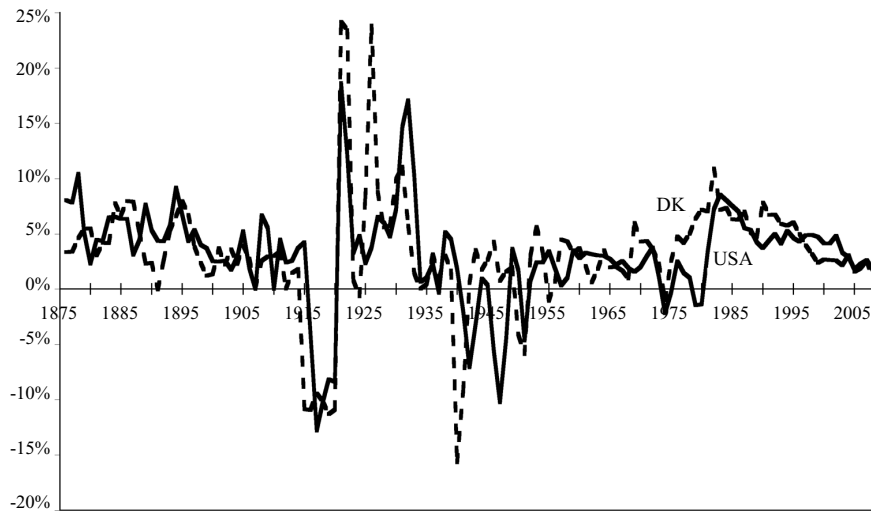
En sådan detaljeret analyse og kvantificering af de involverede risici frem for en ureflekteret anvendelse af aktiemarkedets risikopræmie er også hensigtsmæssig set i lyset af, at risici ved et i sidste ende skattefinansieret projekt adskiller sig principielt fra risici ved markedsfinansierede projekter. Det skattefinansierede projekt indebærer begrænsede risici for efterspørgselssvigt og for at blive overhalet af konkurrenter og ingen risici for misligholdelse af betalingsforpligtelser, partneres konkurs og andre effekter af finansielle og reale kædereaktioner.

### **Det empiriske grundlag for det alternative kapitalafkast**

Finansministeriets vejledning baserer som nævnt de 6% på et vejet gennemsnit af aktieafkast og renteniveauet for fremmedkapital. Derved kommer man til at indregne risikopræmier for en række risici, der typisk ikke er relevante for offentlige investeringer eller andre politisk drevne investeringsplaner. Hvis man i stedet tager udgangspunkt i den effektive rente af statsobligationer med en passende løbetid, får man automatisk den risikofri realrente plus en præmie for risikoen for inflation, valutakursændringer osv.

Finansministeriets vejledning anvender et gennemsnit af de historiske renter i en uspecificeret periode, mens det tyske finansministerium anvender et løbende gennemsnit af den reale effektive obligationsrente over de seneste 5 år, Bundesministerium der Finanzen (2010). Som det ses af figur 2 og 3, skal man imidlertid være meget opmærksom på, hvilken periodeafgrænsning, man anvender.

Figur 2 viser den effektive realrente af 10-årige statsobligationer i USA og Danmark i en periode fra 1876 til 2008, beregnet på grundlag af den effektive rente og de respektive forbrugerprisindeks.



Figur 2. Den effektive realrente for 10-årige statsobligationer i Danmark og USA. 1876-2008.

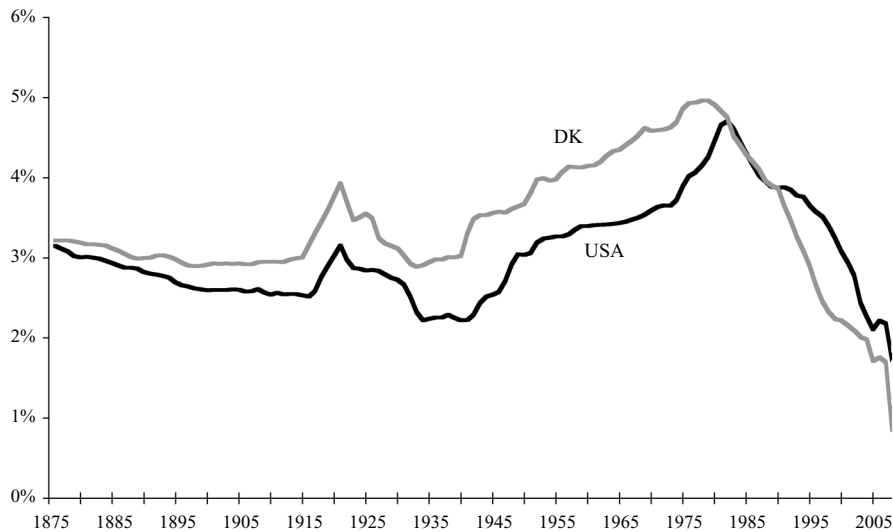
Kilde: Egne beregninger med  $(1 + i_t)/(1 + p_t) - 1$  på rente- og forbrugerprisdata, Abildgren (2005), Danmarks Statistik (2009), Officer (2008a, 2008b).

Det fremgår af figur 2, at den danske realrente, som man kunne forvente, i de store linjer har fulgt den internationale repræsenteret ved amerikanske statsobligationer ret tæt fra den sidste del af det 19. århundrede og frem til begyndelsen af det 21. århundrede. Den danske rente afveg dog i perioder markant fra renten i USA, som i slutningen af 1970'erne og begyndelsen af 1980'erne, da der var stor usikkerhed om kronekursen.

Renten er i høj grad bestemt af penge- og valutakurspolitikken i de toneangivende økonomier. Realrenten var internationalt påvirket af en stram pengepolitik i perioderne omkring 1930 og 1980. Verdenskrigene trak den modsatte vej på grund af pris- og rentekontrol som modsvar på den inflation, som vareknapheden forårsagede.

Den gennemsnitlige realrente for den danske 10-årige statsobligation var 3,2% i perioden 1876-2008. Som det fremgår af figur 3, har det stor betydning for gennemsnittet, hvor langt man går tilbage i historien for at tage det.

Figur 3 viser ikke overraskende, at det historiske gennemsnit er højere, jo større en del højrenteperioderne udgør af den periode, som gennemsnittet tages over. Afgrænses perioden fra slutningen 1970'erne, kommer perioden med valutakursusikkerhed og høj rente til at fylde meget i gennemsnittet, som kommer op på 5%. Går vi et århundrede eller mere tilbage, så de ekstreme perioder udjævnes, bliver gennemsnittet om-



*Figur 3. Den gennemsnitlige effektive realrente for 10-årige statsobligationer i Danmark og USA over perioden fra året til 2008.*

*Kilde: Som figur 2.*

kring 3%. Tager vi kun gennemsnittet fra for få år siden, kommer vi ned omkring 1%. Ingen historiske gennemsnit over perioder, der ender i 2008, kommer op på 6%.

De særligt høje og særligt lave realrenter fandt sted i perioder med henholdsvis meget stram pengepolitik og verdenskrige, og de udligner i nogen grad hinanden i århundredets gennemsnit. Forventninger til det 21. århundredes renteniveauer må således rumme et betydeligt element af subjektive vurderinger af, i hvilket omfang denne type perioder med ekstreme realrenter vil optræde, og i hvilket omfang de vil udligne hinanden. Nedenfor introduceres en mere udviklet statistisk ramme, der kan håndtere denne fundamentale usikkerhed om den fremtidige udvikling.

### **Forbrugerrationalet**

Det andet rationale er vore præferencer som forbrugere for tidligere hellere end senere forbrug.

Finansministeriet (1999) anvender pengeinstitutternes udlåns- og indlånsrenter som indikator for forbrugernes tidsp præferencer og finder et interval på 2-15%. Også her skal man imidlertid være varsom med at sætte lighedstegn imellem markedsrenten og den samfundsøkonomiske kalkulationsrente. Dels styres de observerede renter af pengemarkedsrenten, som igen er styret af pengepolitikken, og dels reflekterer markedsrenter meget andet end de kollektive tidsp præferencer.

Det er velkendt, at forbrugere ofte er mere kortsynede i deres økonomiske dispositioner, end det egentligt er økonomisk rationelt. Den irrationelle kortsigtethed kom historisk ikke mindst til udtryk i folks manglende pensionsopsparing, som tidligt nødvendiggjorde skattefinansieret aldersrente i en række europæiske lande.

Som eksempler på kortsigtet adfærd i dag kunne man pege på unges fravalg af uddannelse, beskæftigedes fravalg af a-kasse og pensionsordninger, impuls køb med strakskredit til meget høj rente for ikke at tale om varierende grader af shopaholics og bruger af korte lån til midlertidigt lav rente til finansiering af langsigtede investeringer. Irrationel diskontering imødegås i Danmark og andre europæiske lande med en vis grad af paternalisme (eller meritode-regulering) i form af skattefinansieret folkepension, mere eller mindre pånødte arbejdsmarkedspensioner, uddannelse, a-kasse, restriktioner på realkreditfinansiering osv.

Fattige husholdninger og husholdninger uden adgang til kredit har typisk en højere kalkulationsrente og må handle mere kortsigtet end mere velstående husholdninger. Det er især velkendt i udviklingslande, hvor selv små investeringer med udsigt til gode afkast må fravælges på grund af risikoen for at komme under eksistensminimum i en periode.

I det omfang denne kortsigtethed og dermed de høje individuelle kalkulationsrenter sætter aftryk i markedsdata, vil en ukritisk anvendelse af disse som empirisk grundlag for den samfundsøkonomiske kalkulationsrente være problematisk.

Pigou (1950) fremhævede, at når man uden videre sætter lighedstegn imellem de høje renter og afkastkrav, man kan finde på markederne, og samfundets kalkulationsrente, bliver der simpelthen investeret for lidt i det langsigtede: Infrastruktur, vandforsyning, skovrejsning osv. Udnyttelsen af naturressourcerne bliver for generøs over for nutiden på bekostning af fremtiden med velkendte følger som overfiskning, udpining af landbrugsjord og hurtig udtømmning af mineralreserver.

Pigou (1950) kaldte forbrugernes hang til overdreven diskontering for »*irrational discounting*«. Der er ifølge Pigou ikke nogen grund til at lade statens diskonteringsrente styre af forbruger-diskonteringsrenter, der er for høje. Statens diskonteringsrente bør styres af et anderledes fornuftspræget syn på værdien af fremtidige værdier.

Alternativet er at identificere de forbrugerrationaler for diskontering, der egner sig til at blive løftet op som princip for kollektive beslutninger om investeringer.

Ramsey-modellen repræsenterer en sådan tilgang til fastsættelse af kalkulationsrenten, Ramsey (1928). Forbrugerenes rationale for at tillægge fremtidigt forbrug mindre vægt end nutidigt bygger dels på den klassiske stigende, men marginalt aftagende nyttefunktion og dels på en præference for fremskyndet forbrug uanset indkomstniveauet (*ren tidspræference eller utålmodighed*). Disse rationaler er beskrevet i Ramsey-formlen:

$$r = \mu g + q, (1)$$

hvor  $r$  er diskonteringsrenten,  $g$  er per capita indkomstvækstraten,  $\mu$  er forbrugets eller forbrugsmulighedernes grænsenyttelasticitet ( $\mu g$  er forbrugsdiskontering) og  $q$  er den rene tidspærfærencerate (nyttediskontering). Med denne opdeling kan man skelne imellem de tidspærfærencer, der er baseret på indkomstens vækst over tiden og de, der alene er baseret på tidens gang.

### Forbrugsdiskontering

Den forventede vækst i forbrugsmulighederne baseres ofte direkte på historiske gennemsnit, men disse afhænger af både det valgte indkomstbegreb og den valgte periode. Da forbrugsdiskonteringen logisk afhænger af indkomstniveauet, anvendes indkomsten per capita.

I princippet er nationalindkomsten det generelle udtryk for de samlede forbrugsmuligheder, men den afhænger meget af nettorenteindtægterne fra udlandet, som igen afhænger af både udlandsgæld og det internationale renteniveau. Det bidrag til NNI-væksten, der i de sidste par årtier er kommet fra nedbringelse af udlandsgælden og renteniveauet, kan næppe forventes at fortsætte permanent, og det relevante indkomstbegreb bliver derfor nationalproduktet.

En del af BNP er forbrug af fast realkapital og er således allerede brugt. NNP er derfor et bedre begreb for forbrugsmulighederne. Den del af NNP, der er ressource-rente fra olie og naturgas, kan imidlertid også betragtes som kapitalforbrug på linje med forbruget af fast realkapital, Hansen (1995), Hansen (1997), Det Økonomiske Råd (1998). Salg af olie- og gas modsvares af en tilsvarende nedgang i værdien af reserverne. Der er således tale om en engangs-indkomst fra et salg af aktiver og ikke en evne til værdiskabelse, der kan gentages og vokse år for år ligesom resten af økonomien. I de seneste par årtier har realiseringen af ressourcekapitalen bidraget til NNP-væksten, og det bidrag vil forsvinde gradvist over de kommende par årtier. En egnet indikator for væksten i forbrugsmuligheder uanset disse i et længere perspektiv forbigående bidrag vil derfor være NNP fratrukket nettooverskuddet ved udvinding af olie og naturgas.

Til gengæld kan forbrugsmulighederne forhøjes med et løbende afkast af den hidtil realiserede ressource-rente, »Golden-rule«-princip beskrevet i Hansen (2001) og parallelt til princippet bag den norske Petroleumsfond, Finansdepartementet (2001). Forudsættes forbrugsmulighederne fra den realiserede olie- og gaskapital fordelt på fremtidige år med en afkastrate på 3% af det kumulerede reale bruttooverskud, kan NNP uden olie og gasproduktion forøges med 1,2% i 2008. Det løfter også vækstraten i forbrugsmuligheder så længe olie- og gasproduktionen står på, men ikke varigt.

De gennemsnitlige vækstrater, der er vist i tabel 1, viser sig at være lavere, jo mere man forsøger, at indkredse de faktiske forbrugsmuligheder. Den reale vækst i værdi-

*Tabel 1. Gennemsnitlige vækstrater for BNI, BNP, NNP og NNP uden olie og gasproduktion.*

Gennemsnit til 2008 siden	1998	1988	1978	1968
<i>Antal år</i>	<i>10</i>	<i>20</i>	<i>30</i>	<i>40</i>
Bruttonationalindkomst	1,9%	2,0%	1,9%	2,1%
Bruttonationalprodukt, BNP	1,3%	1,6%	1,8%	1,9%
Nettonationalprodukt, NNP	1,0%	1,3%	1,5%	1,6%
NNP uden olie- og gasproduktion	0,7%	1,1%	1,4%	1,5%

*Kilder:* Danmarks Statistik (2010) og egne beregninger.

*Anm.:* NNP uden olie- og gasproduktion i løbende priser er beregnet som BNP – bruttooverskud i udvinding af olie og naturgas – forbrug af fast realkapital i alt + forbrug af fast realkapital i udvinding af olie og naturgas. Bruttooverskud i olie og naturgas for 2007 og 2007 er skønnet på baggrund af bruttooverskud i råstofudvinding. Serien er deflateret med nationalregnskabs implicitte NNP deflator.

skabelse (netto) per indbygger i økonomien bortset fra olie og gas har kun været 1,1% over de sidste 20 år, og det er kun godt halvdelen af BNI-væksten.

Gennemsnittene tages over perioder a 10, 20, 30 og 40 år, alle med slutår i 2008. De er ikke alene følsomme over for periodens længde, men også valg af slutår. Samme perioder med slutår i 2009 ville således give markant lavere vækstrater som følge af finanskrisen.

Forudsigelse af fremtidens vækstrater på basis af fortidens giver, som det er tilfældet med renten, anledning til overvejelser om, hvilke scenarier, der er realistiske. Går man f.eks. tilbage til 1966, medregner man den historisk enestående vækstperiode i 1960erne og først i 1970erne. Det er muligt, at fremtiden byder på tilsvarende perioder i forbindelse med den forestående »energirevolution« og andre dramatiske teknologiske skift. Men det er også muligt, at den ikke gør, og at vi må afse en voksende del af forbrugsmulighederne til tilpasning til klimaforandringer.

Lægger vi imidlertid de gennemsnitlige vækstrater i forbrugsmulighederne over de seneste årtier til grund for en vurdering af de fremtidige, kan g antage en værdi i intervallet [0,7%;1,5%] eller [0,7%;1,1%], hvis gennemsnittet kun tages over de seneste 10-20 år. Man kunne yderligere korrigere for det tab af miljøværdier, der også er fulgt med den økonomiske vækst og derved nå frem til et mål for »grønt NNP«, men det vil dels indebære en meget stor usikkerhed omkring tallene og dels forudsætte, at den snævre kobling imellem økonomisk vækst og miljøbelastning, som karakteriserede det 20. århundrede, vil blive gentaget i det 21. århundrede.

Usikkerheden i bestemmelsen af parameteren  $\mu$  er ikke mindre. Den udtrykker nyttefunktionens krumning og kvantificeres i en nytte- eller velfærdsmaksimerende model. En høj værdi af  $\mu$  indebærer en antagelse om at et givet beløb gør større nytte i

mindre budgetter end i større. I det omfang, der forventes positiv vækst, vil fremtiden være rigere end nutiden. Med en krum nyttefunktion vil der således være velfærdsgevinster, at hente ved at flytte forbrug fra fremtiden til nutiden, og det vil koste nytte at flytte forbrugsmuligheder den anden vej. Dette ræsonnement svarer til ræsonnementet bag en progressiv indkomstskat, og en nærliggende empirisk strategi er derfor, at gøre parameteren konsistent med den tilsvarende parameter, der kan udledes af skattestrukturen.

En undersøgelse af den nytteelasticitet, der ville ligge til grund for skattestrukturen i europæiske lande, såfremt denne antages maksimere nytten af den samlede indkomst, er udarbejdet på baggrund af OECDs statistik over gennemsnitlig løn i produktionen (APW), Evans (2005), Evans, Sezer (2005). Hvis den faktiske skattebelastning af forskellige indkomstgrupper er udtryk for, at enhvers bidrag repræsenterer samme nytte tab (*equal absolute sacrifice*), kan man estimere en marginal nytteelasticitet. Herpå kan man så antage, at denne tværsnits-nyttefunktion også gælder intertemporalt.

For Danmarks vedkommende fås en værdi på 1,2-1,3. Estimatet afhænger dog meget af datasættets tidsmæssige afgrænsning samt af den vægt, de forskellige indkomstgrupper tillægges. Hertil kommer problemet med realismen i de grundlæggende antagelser om, at den faktiske skattebelastning af de forskellige indkomstgrupper er ideel ud fra *equal absolute sacrifice*-kriteriet. Det er en temmelig krævende forudsætning. Endelig er det ikke uden problemer at sætte lighedstegn imellem skattesystemets omfordeling af samtidige indkomster og den inter-temporale allokering af indkomst.

Man kan også tolke parameteren ud fra en model for indkomstafhængig risikoaversion. Det giver en meget større spredning på de mulige parameterverdier, Cowell, Gardiner (1999).

Den marginale nytteelasticitet kræver også en etisk stillingtagen, hvis fremtidshorisonten er så lang, at nye generationer afløser de nulevende. Så er kalkulationsrenten ikke blot et spørgsmål om intertemporal arbitrage, men om intergenerationel fordeling. Så er det ikke blot et spørgsmål om at flytte en generations eget forbrug til andre tidspunkter, men et spørgsmål om at flytte forbrugsmuligheder imellem helt forskellige mennesker.

Det udgør næppe et problem for vurderinger inden for en tidshorisont på omkring 30 år, men det kan være et på længere sigt. Derfor kunne man overveje at anvende en mere fordelingsneutral parameter værdi på det meget lange sigt. Hvis det forudsættes, at nutidsværdien af en procent af 2070-indkomsten skulle være den samme som nutidsværdien af en procent af 2090-indkomsten, måtte parameteren  $\mu$  have værdien 1, og forbrugsdiskonteringsraten ville på det meget lange sigt svare til den forventede vækstrate.



I UK lægger man parameterværdien 1 til grund med henvisning til, at de fleste estimater i litteraturen ligger omkring 1, Her Majesty's Treasury (HMT) (2004). I Frankrig anvender man imidlertid en parameterværdi på 2, Commissariat général du Plan (2005).

### Nyttediskontering

Parameteren  $q$  afspejler en præference for at fremskynde forbruget uanset den forventede indkomstudvikling (ren tidspræference eller utålmodighed). Pigous »irrationalle diskontering« er i høj grad sammenfaldende med Ramseys  $q$ , nyttediskontering. På dette punkt var der ikke nogen forskel til Fisher (1930), som også begrundede individuelle præferencer for nutidigt frem for fremtidigt forbrug med størrelsen, formen og sandsynligheden af den fremtidige indkomst i forhold til den nutidige. Herudover identificerede han en række faktorer, som også spiller en rolle: (1) kortsigtethed, (2) svag viljestyrke, (3) flothed i forbrugsvaner, (4) læggen vægt på livets korthed og usikkerhed, (5) selvskhed og fravær af ønsker om at sørge for efterladte, (6) underkasten sig modens luner. Det er denne type af motiver til diskontering, der afspejles i  $q$ . Fatigdom kan også medføre en høj kalkulationsrente jf. ovenfor.

Økonomer har igennem tiden vedholdende advaret imod at gøre disse grunde til at diskontere til samfundets. Ramsey (1928) fandt nyttediskontering, forstået som en positiv værdi af  $q$ , »ethically indefensible and arises merely from the weakness of the imagination« (s. 543). Harrod (1948) betegnede det som »a polite expression for rapacity and the conquest of reason by passion« (s. 40). For Pigou (1950) er nyttediskontering et udtryk for, at »our telescopic faculty is defective« og endda »perverted« (s. 25f). Solow (1974) siger om nyttediskontering: »In social decision making there is ... no excuse for treating generations unequally, and the time horizon is, or should be, very long. In solemn conclave assembled, so to speak, we ought to act as if the social rate of time preference were zero« (s. 9).

Det uetiske består i, at nulevende generationer træffer dispositioner både på egne og fremtidige generationers vegne, men gør det til egen fordel. Nyttediskontering betyder, at man udnytter denne position til at vurdere egen nytte højere end nytten for dem, der kommer senere. Den utilitaristiske etik er derimod, at al nytte er lige meget værd.

På det individuelle niveau prioriterer de fleste nok nytten for nære efterkommere højere end nytten for fjernere efterkommere. Det er der næppe noget etisk forkert i at gøre, men det betyder ikke nødvendigvis, at samfundet skal gøre det samme.

På samfunds niveau afvejes fremtid og nutid i den politiske proces. Derfor er det vore prioriteringer som borgere snarere end vore præferencer som forbrugere, der ligger til grund for afvejningen. Sen (1967) (og senere værker) kalder det isolationsparadokset, når individer i deres egenskab af borgere er villige til at investere mere af hensyn

til fremtiden, end de er som forbrugere. Der er gode grunde til, at paradokset findes, for når man handler isoleret, kan man ikke løse fremtidige samfundsproblemer ved at investere mere. Det kan kun ske ved, at alle gør det samme (»the assurance problem«) eller ved, at staten gør det på vegne af alle. Det kan ses som et »fangernes dilemma«-problem, hvor en optimal løsning forudsætter Kooperation.

På samfundsniveau er der således grund til at formode, at der vil være en større vilighed til at investere af hensyn til »landets fremtid«, »fremtidige generationer« osv., end man kan udlede af de tidspræferencer, der afsløres i forbrugernes adfærd. Vores afvejning af fremtid over for nutid må antages at være anderledes i vores egenskab af forbrugere, der handler isoleret fra hinanden, end i vores egenskab af borgere, der handler i fællesskab.

Koopmans (1960), som ellers også bekendte sig til en etisk præference for neutralitet imellem generationers velfærd, leverede et anerkendt argument for, at den utilitaristiske model med en uendelig tidshorisont logisk må føre til, at der findes en ren tidspræference,  $q > 0$ . Lidt forsimplet kan man forestille sig, at man i år 0 har mulighed for at foretage en investering, som vil give et konstant afkast i al evighed. Hvis man endvidere forestiller sig, at den fremtidige vækstrate er 0 bortset fra investeringens løft fra år 0 til år 1, ville det optimale være at investere hele den (endelige) forbrugsmulighed i år 0 for at opnå den uendelige forbrugsmulighed i fremtiden, såfremt der ikke var nogen nyttediskontering overhovedet. Implikationen heraf er, at  $q$  har en positiv om end ikke nødvendigvis en høj værdi.

Parameteren  $q$  afspejler på det individuelle niveau ikke *kun* en i Fishers forstand irrationel utålmodighed, men også en individuel risiko for at miste muligheden for at nyde frugterne af at udskyde forbruget til senere. Vi kan dø, miste evnen til at nyde materielle goder eller slet og ret berøves vore aktiver. Det kan således være rationelt for individer, at tage højde for denne type af risici, mens samfundet ikke står over for de samme risici.

Man kan selvfølgelig ikke afvise muligheden af, at menneskeheden eller blot det enkelte samfund kollektivt går til grunde i løbet af eksempelvis det 21. århundrede. Dele af Bangladesh og hele små østater er begyndt at regne på tiden for den endelige evaluering som følge af havstokkens stigning. Tredje Verdenskrig er nok meget usandsynlig, men næppe umulig ligesom terrorangreb med masseødelæggelsesvåben. Hvis man skal regne med økonomiens undergang, må det i hvert fald blive med en meget lille parameterværdi.

Både Her Majesty's Treasury (2004) og Stern (2007) bruger små, men positive værdier for denne parameter med henvisning til denne type af risici. Den franske planlægningsmyndighed finder imidlertid ikke, at der er grund til nyttediskontering overhovedet på det samfundsmæssige niveau, Commissariat général du Plan (2005).

### En kalkulationsrente for den nære fremtid

De disponible realrenter, som forbrugere (og dermed opsparende) står overfor, afspejler både diskontering, som er relevant og diskontering, som er irrelevant for prioriteringen på samfundsøkonomisk niveau.

Ramsey-formlens parametre til bestemmelse af kalkulationsrenten giver også en stor spændvidde i mulige estimater af samfundsøkonomiske kalkulationsrenter. Det er vanskeligt at sige med sikkerhed, hvilke der kan forsvares økonomisk. Med de ovenfor beskrevne mulige parameterværdier ( $g = 0,7-2,1\%$ ;  $\mu = 1-2$ ;  $0 > q > 1$ ), kan der argumenteres for anvendelse af kalkulationsrenter i intervallet  $0,8-5,2\%$ . Hvis vi regner med olie- og gaskorrigeret VNP-vækst og en meget lille værdi af  $q$ , vil den samfundsøkonomiske diskonteringsrente snarere være omkring  $1-2\%$ .

Det empiriske grundlag peger altså på både en risikofri realrente og en samfunds-mæssig tidspræference omkring  $1-2\%$ . I ræsonnementerne bag disse indgår imidlertid ikke risici og transaktionsomkostninger og andre af den virkelige økonomis realiteter. Som investor er der en risiko for ikke at få den investerede kapital tilbage, og som forbruger/borger er der en risiko for ikke at kunne nyde servicen eller for, at præferencer/prioritering har ændret sig når vi når så langt.

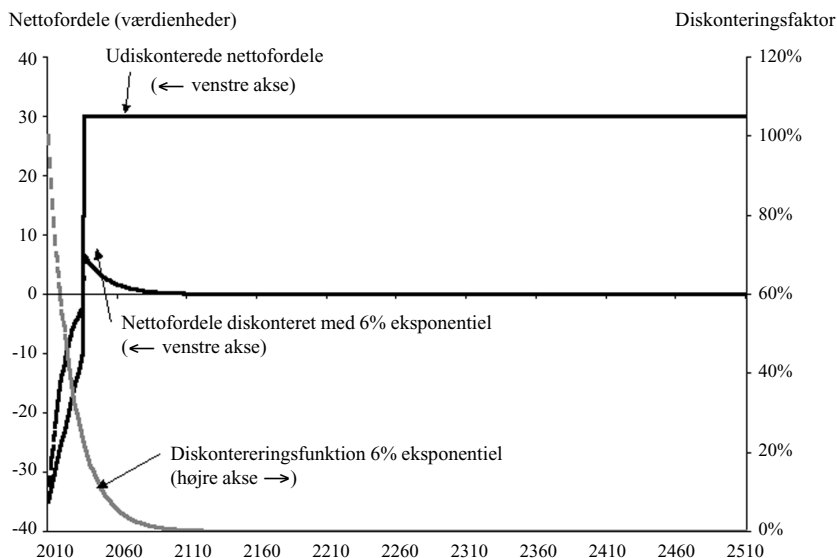
På baggrund af ovenstående kan den effektive realrente af en 10-årig statsobligation være en passende tilnærmelse til det alternative afkast, som ud fra et investorperspektiv bør danne grundlag for en samfundsøkonomisk kalkulationsrente. Både det reale aktieafkast og renten af fremmedkapital inkluderer kompensation for risici, der ikke er relevante for offentlige og lignende investeringer.

Det vil dog ikke være hensigtsmæssigt at basere den på et gennemsnit af for eksempel de seneste 5 års realrente. Det ville give en variabel kalkulationsrente, som kunne ændre prioriteringen imellem kort- og langsigtede projekter med få års mellemrum. I stedet bør kalkulationsrenten baseres på en mere varig vurdering af det forventede realrenteniveau.

Den gennemsnitlige effektive realrente varierer imellem  $1\%$  og  $5\%$  afhængigt af hvor lang en periode, gennemsnittet tages over op til 130 år. Der er således en betydelig variation, og subjektive skøn er nødvendige i vurderingen af, om der vil være tilsvarende udsving i fremtidige århundreder, og om de vil udligne hinanden som det 20. århundredes to højrente-perioder og to lavrente-perioder.

På denne baggrund kunne man anbefale at bruge et bredt spænd af kalkulationsrenter. En standard med  $3\% \pm 2\%$  vil være dækkende ud fra investorperspektivet, men  $2,5\%$  eller  $3,5\%$  kunne også vælges på det ovenfor beskrevne empiriske grundlag.

Hensyn til både forbruger og investorperspektivet giver visse indbyggede konsistensproblemer både med hensyn til efficiens og etik. Forudsætter man, at fremtiden domineres af højrenteperioder som i 1980'erne, må man samtidig forudsætte, at den



Figur 4. Nutidsværdi af tænkt eksempel på en langsigtet handlingsplan med virkninger i den fjerne fremtid. Diskonteret med 6% kalkulationsrente.

også domineres af lav økonomisk vækst. En høj kalkulationsrente fra et investorperspektiv kan således give en lav kalkulationsrente baseret på et forbrugerperspektiv.

Det kan også tænkes, at man, efterhånden som stadig flere projekter bliver EU-støttede og i øvrigt indgår i tværnationale samarbejder, vil nærme sig en fælles EU kalkulationsrente, jf. EU-Kommissionen vejledning, Commission of the European Communities, DGRP (2008).

### Faldende kalkulationsrente i den fjerne fremtid

Det kan være gavnligt, at illustrere virkningerne af en høj kalkulationsrente med et tænkt eksempel på en handlingsplan for langsigtet omstilling. Danmark har erfaring med denne type af omstillinger fra eksempelvis omstillingen af spildevandshåndteringen fra 1970'erne og frem, omstilling af landbrugets næringsstofgennemstrømning og omstillingen til vedvarende energi og energieffektivitet. Handlingsplaner for denne type af omstillinger vurderes også under anvendelse af Finansministeriets kalkulationsrente.

Figur 4 viser en typisk handlingsplan, som starter i år 2010 med løbende investeringer i 25 år, der udløser fordele efterhånden som planen gennemføres og store konstante fordele, som høstes i en uendelig tidshorisont, når planen som helhed er gennemført.

De udiskonterede nettofordele i figur 4 multipliceres med diskonteringsfunktionen for at få nutidsværdien af nettofordelene. Planens samlede nutidsværdi er arealet imellem den kurve, der viser nutidsværdien af nettofordelene, og den vandrette akse. Med en 6% kalkulationsrente og planlægningshorisonten 2010-2080, er planens totale nutidsværdi i år 2010 -246 værdienheder.

Det gør desuden næsten ingen forskel om omstillingens fordele faktisk ophører i 2080 eller om de kan vare ved i flere århundreder herefter. Selvom planlægningshorisonten forlænges til 2310 eller endnu længere, således at flere århundreders ekstra nettofordele medregnes, kommer planens samlede værdi ikke over -233 værdienheder. Det er især et problem i det omfang, omstillingerne gennemføres for at fremtidige generationer kan råde over en økonomi, der kan vokse og udvikle sig uden at sætte sit naturgrundlag over styr.

Denne egenskab ved diskonteringen er ikke konsistent med den samfundsøkonomiske prioritering, der udtrykkes i princippet om bæredygtig udvikling. Den samfundsmæssige afvejning af fremtid og nutid indebærer i dag eksplicit en hensyntagen til fremtidige generationer, en inter-generationel etik. Allerede da man med bæredygtigheds-princippet begyndte at stille sig økonomiske spørgsmål, der spændte over flere generationer, stod det klart, at eksponentiel diskontering ikke er særlig velegnet til at blive strakt så langt. Som *The Economist* bemærkede: »*There is also something awkward about discounting benefits that arise a century hence. For, even at a modest discount rate, no investment will look worthwhile*«, *The Economist* (1991 s. 73). Det giver naturligvis også anledning til etiske dilemmaer, hvis løsning af nutidens udfordringer medfører tab af store værdier for fremtidige generationer, og disse bliver diskonteret ud af regnskabet.

Eksponentialfunktionen er imidlertid ikke den eneste mulige matematiske form for diskonteringsfunktionen. Eksponentiel diskontering har vist sig at være et ganske robust matematisk redskab til analyse af investeringer med tidshorisonter på f.eks. 5, 10, 20 eller 30 år. I takt med at politiske beslutninger med meget længere tidshorisonter er kommet på den politiske dagsorden, er der imidlertid sat spørgsmålstejn ved eksponentiel diskontering over så lange tidshorisonter.

Chichilnisky (1996) karakteriserer eksponentiel diskontering som nutidens diktatur over fremtiden, medens ingen diskontering ville være fremtidens diktatur over nutiden. I forlængelse heraf foreslår Heal (1998) en logaritmisk diskonteringsfunktion.

En logaritmisk diskonteringsfunktion er en af flere muligheder for matematisk repræsentation af en kalkulationsrente, der falder over tid i modsætning til eksponentiel diskontering med en konstant kalkulationsrente. De kaldes under et for hyperbolsk diskontering.

Hyperbolsk diskontering observeres også på det individuelle niveau. Allerede Thaler (1981) påpegede, at hvis en person har valget imellem et æble i dag (A1) eller to i

morgen (A2) og ligeledes imellem et æble om 1 år (B1) eller to æbler om 1 år + 1 dag (B2), kunne en meget utålmodig person da godt finde på at vælge A1 frem for A2 på trods af den gode forrentning, men ingen kunne finde på at vælge B1 frem for B2. Hyperbolsk diskontering på det individuelle niveau er siden grundigt dokumenteret, f.eks. Loewenstein, Prelec (1992), Bateman (1995). Thaler anså hyperbolsk diskontering for at være en dynamisk inkonsistent adfærd, og der er næppe tvivl om, at den kortsigtethed og utålmodighed, der kan konstateres i individers eksponentielle diskontering også vil observeres i samme individers hyperbolske diskontering. Det udelukker imidlertid ikke, at der kan være gode grunde til at bruge hyperbolsk diskontering i samfundsøkonomiske vurderinger.

Hyperbolsk versus eksponentiel diskontering er imidlertid ikke kun et spørgsmål om inter-generationel etik. Weitzman (1998, 2001) fokuserer i stedet på det forhold, at usikkerheden om hvilken vækstbane, en økonomi bevæger sig ind i, vokser, jo længere tidshorisont, man opererer med. Dermed vokser også usikkerheden om kapitalens alternative afkast. Når man tager højde for denne usikkerhed om den fremtidige vækst, betyder det, at den sikkerhedsækvivalente diskonteringsfaktor og den deraf følgende kalkulationsrente nødvendigvis må være faldende i den fjernere fremtid. Med andre ord giver en hyperbolsk diskonteringsfunktion en bedre afspejling af diskonteringen, når man tager i betragtning, at der er usikkerhed om økonomiens fremtidige vækstbaner.

Den empiriske tilgang med at udlede middelværdien af de mulige alternativafkast eller vækstrater giver ikke den ønskede sikkerhedsækvivalente diskonteringsfaktor. Den sikkerhedsækvivalente diskonteringsfaktor for en fremtid med tre mulige scenarier, der kan beskrives med kalkulationsrenterne  $r_1 < r_2 < r_3$  og sandsynlighederne hhv.  $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1$ , er

$$D_t = \alpha_1(1 + r_1)^{-t} + \alpha_2(1 + r_2)^{-t} + \alpha_3(1 + r_3)^{-t} \quad (2)$$

Den er derimod *ikke*

$$D_t = (1 + (\alpha_1 r_1 + \alpha_2 r_2 + \alpha_3 r_3))^{-t}, \quad (3)$$

som man ville få ved at benytte middelværdierne af de mulige kalkulationsrenter. Fejlen er ikke så stor for den nære fremtid, men for længere tidshorisonter bliver den meget mærkbar.

Gollier (2002a, 2002b) beskæftiger sig med den rationelle investors reaktioner på stigende usikkerhed. Stigende usikkerhed vil give anledning til større forsigtighed og således til mere opsparing og lavere kalkulationsrente. Derimod er Gollier (2004) kri-

tisk over for Weitzmans metode, idet fremaddiskontering til et tidspunkt i fremtiden vil give det modsatte resultat af tilbagediskontering til nutiden. Det rører dog ikke ved, at tilbagediskontering må ske ved en over tid aftagende kalkulationsrente. I en fælles artikel bilægges striden da også med konklusionen: »*The long run discount rate declines over time toward its lowest possible value*«, Gollier, Weitzman (2010).

Det afgørende problem er – ifølge sagens natur – at beskrive usikkerheden om de fremtidige vækstrater og alternativafkast af risikofri kapital. Det kan gøres på utallige måder, som undersøges af bl.a. Weitzman (2007a, 2007b) og Gollier, Koundouri & Pantelidis (2008) og Gollier (2008). Usikkerheden involverer bl.a. eksterne støds varige effekter på vækstrater og afkast, altså ikke blot bevægelser omkring en trend. Den overordnede konklusion røres der dog ikke ved: Usikkerhed om fremtidens vækstrater og alternativafkast fører til kalkulationsrenter, der falder over tid.

Spørgsmålet er så, hvordan de mulige fremtidige rater for vækst og alternativt afkast kan bestemmes på nogenlunde sikker grund. Weitzman (2001) selv spørger ganske enkelt et repræsentativt udsnit af verdens økonomer. Det kan forekomme lidt elitært kun at spørge økonomerne, men der er nok ikke så mange andre, der har et redbont bud på det fremtidige alternativafkast af kapital. På baggrund af de således indsamlede observationer beregnedes middelværdi og varians i en gammafordeling, som anvendes til beregning af den sikkerhedsækvivalente diskonteringsfunktion.

En alternativ empirisk strategi har brugt observationerne fra meget lange historiske serier for obligationsrenter som i figur 2 til at beregne en hyperbolsk kalkulationsrente for USA, Newell, Pizer (2003, 2004). Resultatet ligger imidlertid ikke så langt fra Weitzmans.

Man kan også anlægge et mere politisk perspektiv på alternative scenarier, som Li og Lofgren (2000) gør ved at sammenveje scenarier, der prioriterer henholdsvis vækst og miljøbeskyttelse.

Både Weitzman (2001) og andre har påvist, at en trinvis faldende kalkulationsrente kan være en brugbar tilnærmelse til den kontinuert faldende og den løsning er også forfulgt i nogle lande. I dag, hvor analyserne næppe udføres med lommeregner, men med regneark eller statistikprogrammer, må man dog stille spørgsmål, om det egentlig gør beregningerne lettere. Det medfører i hvert fald, at resultaterne bliver afhængige af trinenes arbitrære placering.

Her Majesty's Treasury (2004) anbefaler en forskrift, der lader kalkulationsrenten være konstant 3,5% for tidshorisonter op til 30 år for derefter at lade den falde til 1% over flere trin (31-75 år: 3%, 56-125 år: 2,5%, 126-200: 2%, 301-300 år: 1,5%, 301 + år: 1%). Den franske planlægningsmyndighed anbefaler en kalkulationsrente, som er 4% i de første 30 år og 2% herefter, Commissariat général du Plan (2005). I den ministerielle vejledning, blev kalkulationsrenten dog sat til 3,5% for 30-50 år og 3% for ef-

fekter længere end 50 år ude i fremtiden, Comité des directeurs transports (2005). Diskonteringsforskriften skal revideres hvert femte år.

Den norske planlægningsmyndighed er skeptisk over for anvendelsen af flere forskellige kalkulationsrenter og påpeger, at de store værdier, som har betydning for fremtidige generationer – f.eks. biodiversitet – alligevel ikke kan opgøres i penge, Finansdepartementet (2005). Derfor er det økonomiske spørgsmål, der skal analyseres, snarere at vurdere omkostningseffektive planer i den nærmere fremtid for at bevare eller genskabe en vis biodiversitet.

Det er en vigtig pointe, der stiller spørgsmålstejn ved, om fordelene ved f.eks., at have en økonomi, der kan vokse og udvikle sig uden at sætte klimastabiliteten på spil, overhovedet kan opgøres med den grad af sikkerhed, der må kræves i økonomiske analyser af denne type. Uagtet svaret herpå, gennemføres dog også langsigtede investeringer, der indebærer relativt sikre effekter på indkomster og omkostninger på 50 års sigt og længere.

Selv om eksponentiel diskontering har vist sig som et glimrende redskab til at håndtere virkninger inden for en periode på omkring 25 eller 30 år, kommer metoden til kort over for den voksende usikkerhed, når vi inddrager længere tidshorisonter i analysen. Statistisk set vil usikkerheden omkring det fremtidige alternativafkast og den fremtidige økonomiske vækstrate komme til udtryk i en faldende diskonteringsrente i fremtiden. Derfor er der gode grunde til at anvende hyperbolsk diskontering til samfundsøkonomisk vurdering af projekter og planer med længere tidshorizont end 30 år.

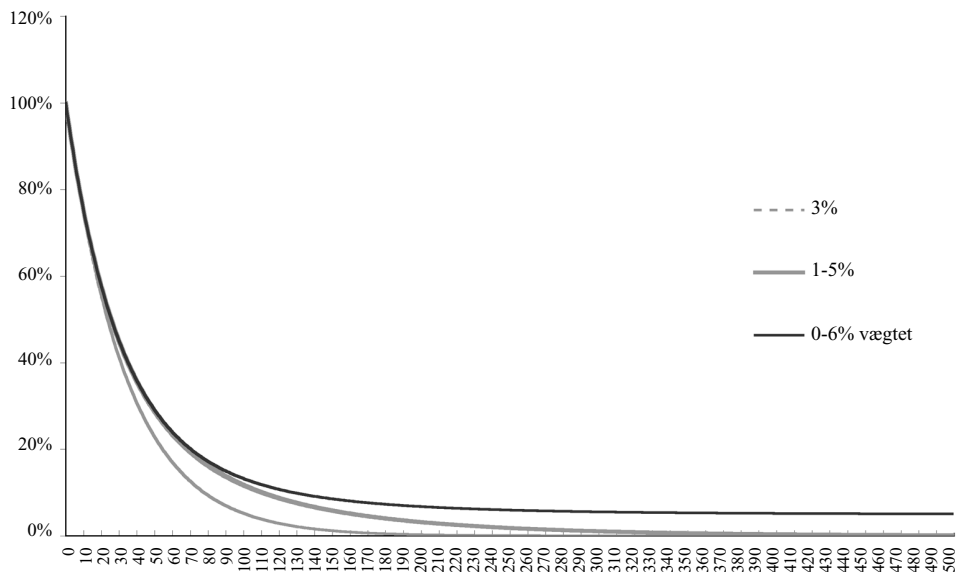
### Den hyperbolske diskonteringsfunktions parametre

Det er langt fra klart, hvilken af de foreslåede metoder til at bestemme en hyperbolsk diskonteringsfunktion, der er bedst. Derfor vil en pragmatisk fremgangsmåde med identifikation af et antal mulige diskonteringsrenter og en skønsmæssig vægtning af disse være at foretrække. Hvis der eksempelvis indgår 7 mulige scenarier svarende til 7 mulige kalkulationsrenter, skal man tilsvarende fastsætte 7 sandsynligheder.

I figur 5 er vist et eksempel, hvor vi står over for 5 mulige vækstbaner, som er karakteriserede ved kalkulationsrenterne 1%, 2%, 3%, 4%, og 5% og vægtet med *lige store* sandsynligheder. Der er også vist et eksempel, hvor scenarier med 0% og 6% er tilføjet og hvor de forskellige fremtider er tildelt forskellige sandsynligheder ( $\alpha_{0\%} = 5\%$ ,  $\alpha_{1\%} = 10\%$ ,  $\alpha_{2\%} = 20\%$ ,  $\alpha_{3\%} = 40\%$ ,  $\alpha_{4\%} = 20\%$ ,  $\alpha_{5\%} = 10\%$ ,  $\alpha_{6\%} = 5\%$ ). I begge tilfælde er middelværdien af kalkulationsrenterne 3%, men den kalkulationsrente, der kan afledes af de sikkerhedsækvivalente diskonteringsfunktioner, aftager over tid.

Figur 5 viser, at så længe tidshorizonten er under 30 år, er forskellen imellem den eksponentielle og de hyperbolske diskonteringsfunktioner ikke særlig stor. Den viser imidlertid også, at den eksponentielle diskonteringsfunktion selv med den lavere kal-





Figur 5. To hyperbolske og en eksponentiel diskonteringsfunktion.

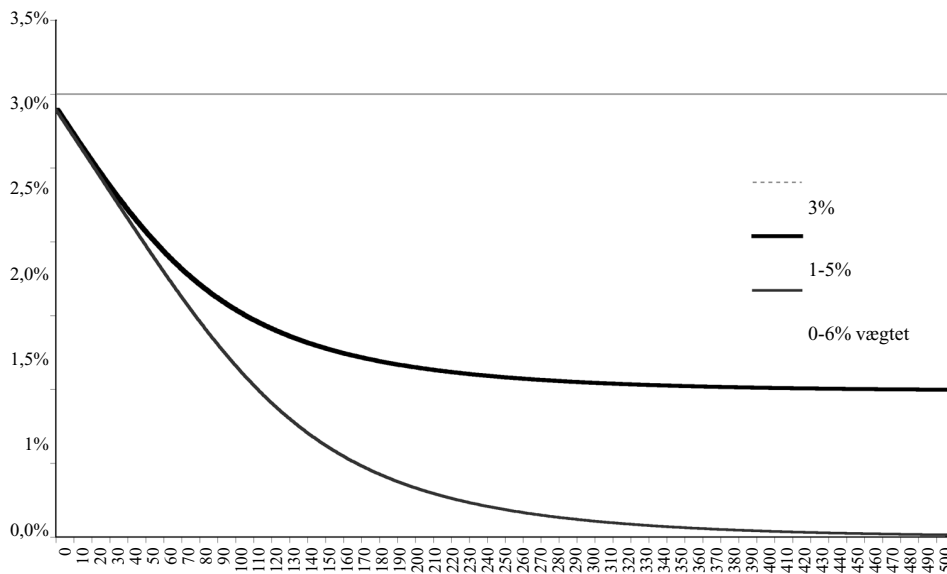
kalkulationsrente på 3%, ikke kan opfange meget af det, der sker i den fjerne fremtid. Den sikkerhedsækvivalente diskonteringsfunktion for mulige scenarier karakteriserede ved 1-5% kalkulationsrenter mere end fordobler denne horisont, mens det inkluderer al fremtid at medtage 0% scenariet selv om 6% scenariet inkluderes samtidigt.

De kalkulationsrenter, der kan udledes af de i figur 5 skitserede diskonteringsfunktioner, er vist i figur 6.

Når den sikkerhedsækvivalente diskonteringsfunktion baseret på scenarier fra 0% til 6% i figur 5 er næsten konstant i den meget fjerne fremtid, afspejler det, at kalkulationsrenten går imod 0, som vist i figur 6. Når 6%-scenariet ikke opvejer 0%-scenariet, som man måske umiddelbart skulle tro, er det fordi scenarier med høje kalkulationsrenter så at sige diskonterer sig selv ud af gennemsnittet, så der til sidst kun er scenarierne med de laveste kalkulationsrenter tilbage. Vægtningen bestemmer, hvor hurtigt kalkulationsrenten falder over tid. Hvis 0%-scenariet havde haft større vægt, ville kalkulationsrenten gå hurtigere mod 0.

Man kan diskutere om et 0%-scenarium ikke er for usandsynligt til at tage med, men Weitzman (1998) insisterer på, at det principielt er muligt, omend med en meget lille sandsynlighed.

Til støtte for en positiv sandsynlighed af et 0% scenarium kan anføres, at der ikke er noget fysisk, der vokser eksponentielt i uendelighed. Den naturlige vækstform er organisk, dvs. med en S-formet vækstkurve, Mesarovic, Pestel (1974), som i hvert fald



Figur 6. Kalkulationsrenter svarende til diskonteringsfunktionerne i figur 5.

asymptotisk nærmer sig nul-vækst. Økonomisk vækstteori behandler også i mange sammenhænge økonomisk vækst som S-formet, Duijn (1983), så økonomiens vækst i hvert fald på delstrækninger ender i en stationær tilstand eller en *steady state*. Selv i en *steady state*, må man dog forvente innovation og dermed noget afkast af investeringer.

De demografiske strukturændringer, vi står overfor, betyder også, at en del af væksten i arbejdstimeproduktivitet kan blive modvirket af en negativ vækst i arbejdstimer per indbygger. Det er dog ikke et argument for en varig nul-vækst i per capita-indkomsten, idet den negative vækst i arbejdstimer per indbygger kun vil være ved til strukturforandringen er tilendebragt, måske i 2040'erne.

De omfattende omstillinger af økonomierne fra fossil til ikke-fossil energi, som vil finde sted i de kommende årtier, har også givet anledning til bekymring, om det vil medføre nul-vækst. De økonomiske analyser viser imidlertid, at den økonomiske vækstrate ikke behøver at påvirkes væsentligt af denne omstilling (Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) 2009, International Energy Agency (IEA) 2009, European Climate Foundation (ECF) 2009, Ingeniørforeningen i Danmark (IDA) 2009).

Til gengæld er der en lille, men ikke desto mindre reel risiko for, at klimaforandringer, der allerede er sat i gang, kan være selvforstærkende, hurtige og voldsomme selv om det lykkes at få begrænset atmosfærens indhold af drivhusgasser til 450 ppm. Der er kun en meget lille sandsynlighed herfor, men det udelukker ikke, at det kan ske.

Et nul-diskonteringsrente-scenarium indebærer dog ikke, at al vækst indstilles i al fremtid. Det forudsætter blot, at det er en mulighed for den periode, der er relevant for en given samfundsøkonomisk vurdering. Derfor kan man nok ikke helt udelukke muligheden af et nul-diskonterings-scenarium. Tilsvarende kan man heller ikke udelukke en fremtid med et alternativt kapitalafkast på 6%, selv om det er højest usandsynligt. Derfor bør den hyperbolske diskonteringsforskrift inkludere begge disse scenarier, men med meget små vægte.

Hvis vi nu ser på det samme eksempel, som anvendtes i figur 4, og anvender dels en eksponentiel diskonteringsfunktion baseret på 3% kalkulationsrente og den hyperbolske diskonteringsfunktion baseret på forskelligt vægtede 0-6% scenarier, vist i figur 5, får vi nogle helt andre nutidsværdier.

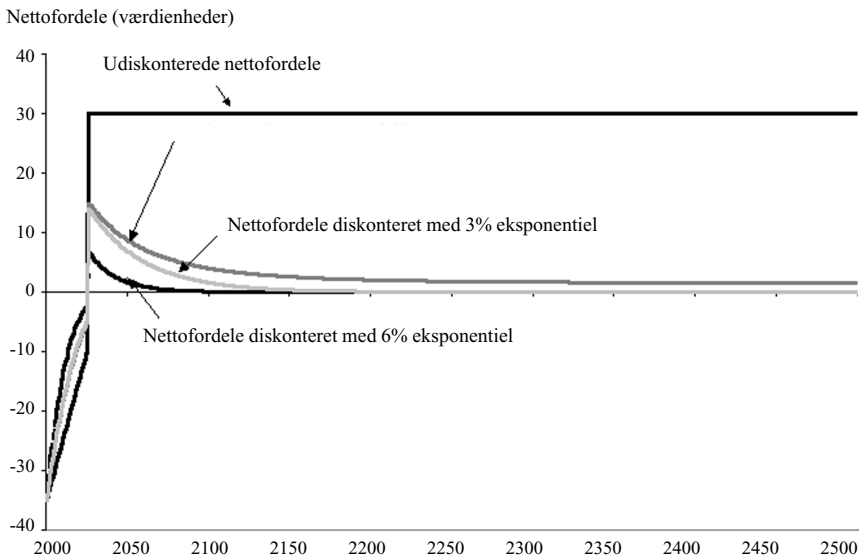
Det er næppe overraskende, at planens nutidsværdi ændrer sig markant ved anvendelse af 3% i stedet for 6% eksponentiel diskontering. Ved 3% er nutidsværdien for en planlægningshorisont på 100 år -18 værdienheder. Ved hyperbolsk diskontering er den imidlertid +125 værdienheder, og denne værdi stiger, jo længere planlægningshorisonten udstrækkes.

Denne tilgang til hyperbolsk diskontering er ikke udledt af et etisk princip, men af en mere reflekteret håndtering af usikkerhed. Derfor løser den ikke den grundlæggende konflikt imellem allokering af samfundets økonomiske goder over tid og fordelingen af dem imellem generationer. Denne konflikt består fortsat som et grundvilkår når man planlægger med meget lang tidshorisont. Men konflikten bliver meget mindre. Det gør i reglen økonomiske valg lettere, når der ikke er så stor forskel på det, der bedst kan betale sig, og det, der er det rigtige at gøre.

Til gengæld er det slet ikke klart, hvordan vægtene bør fastsættes. Man kan for eksempel anvende Weitzmans metode og indsamle svar fra et repræsentativt udsnit af Nationaløkonomisk Forenings medlemmer. Alternativt kunne man indsamle historiske rente-, pris- og vækstdata og på den baggrund estimere fremtidige alternativafkast. Resultaterne vil dog være forskellige, selv om de er udført med videnskabeligt anerkendte metoder. En pragmatisk løsning kunne være, at få et regeringsuafhængigt økonomisk forum til at identificere et antal scenarier med tilhørende vægte.

### **Tidsinkonsistens**

Anvendelse af hyperbolsk diskontering bliver ofte mødt med en vis skepsis på grund af den tidsinkonsistens, der kan optræde, fordi en kalkulationsrente imellem f.eks. år 40 og år 41 ser mindre ud på planlægnings tidspunktet (år 0) end, når man faktisk står i år 40. »Using a discount rate that depends on the period over which the analysis is being conducted is not without problems. For one thing, it leads to time-inconsistent decisions: plans that people will not follow if given the opportunity to recon-



Figur 7. Nutidsværdi af tænkt eksempel på en langsigtet handlingsplan med virkninger i den fjerne fremtid. Diskonteret med eksponentiel (6% og 3% kalkulationsrente) og hyperbolsk (0-6%, vægtet) diskonteringsfunktion.

sider their actions. This property of hyperbolic discounting functions makes many people uneasy about their use in benefit-cost analysis.» Portney, Weyant (1999).

Det er naturligvis et problem, hvis diskonteringsmetoden i sig selv får den økonomiske rådgivning til at skifte fortegn, efterhånden som et projekt skrider fremad. Der er imidlertid meget stor forskel på arten af investeringer. En ikke-separabel investeringsplan, som kan repræsenteres af en *putty-clay substituerbarhed* (investeringsudgifterne er *sunk cost*) og er *ikke-separabel*, vil ikke være plaget af tidsinkonsistens.

Putty-clay<sup>1</sup> substituerbarhed betyder, at kapital og arbejdskraft er substituerbare på langt sigt, dvs før investeringen, men komplementære på kort sigt, altså når investeringen er foretaget. Denne mangel på substituerbarhed betyder også, at samfundet ikke uden videre kan realisere værdien af den faste realkapital. Hvis det viser sig, at en motorvej ikke kaster så store gevinster af sig, som man havde regnet med, men at lokomotiver til gengæld er meget lukrative investeringer, kan man ikke blot flytte kapitalen fra motorvejene til lokomotiver.

En plan omhandler i reglen en række handlinger, det er nødvendigt at gennemføre for at få et bestemt resultat. Hvis alle handlingerne er nødvendige for at opnå resulta-

1. Putty-clay = kit-ler. Kit kan formes og omformes relativt frit, mens ler er vanskeligere at omforme, især efter nogen tid. Det kan dog lade sig gøre i nogle tilfælde. Eksempelvis kan bygninger ofte bruges til mange forskellige formål, mens lokomotiver ikke kan.

tet, kan man betegne planen som ikke-separabel. Man kan for eksempel ikke få 90% af fordelene ved at bygge en bro ud af kun at bygge 9 ud af de 10 brofag.

Finansiell kapital er derimod putty-putty og separabel. Investeringerne er langt fra *sunk cost* og den daglige porteføljepleje består netop i at veksle en type papirer til andre, som nu synes mere fordelagtige. Hvis man kun sparer halvt så meget op, får man kun halvt så stor pension. Noget tilsvarende gælder fornybare ressourcer som tømmerreserver. Det vender vi tilbage til nedenfor. Det følgende bygger på Hansen (2006).

En handlingsplan eller et projekt, som har putty-clay karakter og er ikke-separabel, og som har først en investeringsfase med konstante omkostninger  $c$  i perioden  $(0;T)$  og herefter en driftsperiode  $(T;\infty)$ , hvor omkostningerne er 0 og de konstante fordele er  $b$ , vil ved starttidspunktet have nutidsværdien

$$NPV_0 = - \int_{t=0}^{\infty} c_t \Phi_t dt + \int_{t=0}^{\infty} b_t \Phi_t dt \quad (4)$$

$\Phi$  er diskonteringsfunktionen, defineret over  $(0;\infty)$  hvis værdi til tidspunkt  $t$  er diskonteringsfaktoren. Den skal blot være faldende, således at fremtiden vægtes lavere end nutiden, men kan i øvrigt være eksponentiel eller hyperbolsk. Når en del af planen er gennemført, og vi befinder os på tidspunkt  $\tau$ , vil nutidsværdien af den resterende del af projektet være

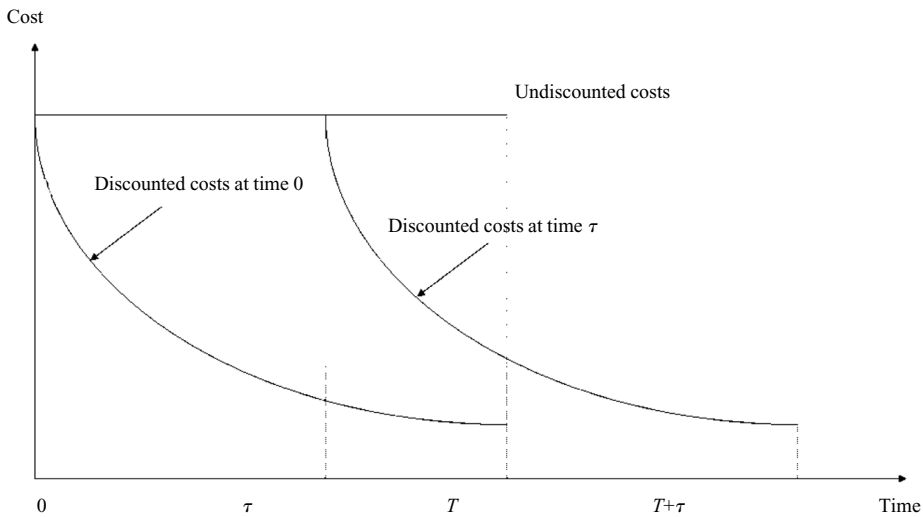
$$NPV_{\tau} = - \int_{t=\tau}^{\infty} c_t \Phi_{t-\tau} dt + \int_{t=\tau}^{\infty} b_t \Phi_{t-\tau} dt \quad (5)$$

Det er let at se, at nutidsværdien af den på tidspunkt  $\tau$  resterende del af projektet må være større end nutidsværdien af planen på tidspunkt 0, hvis planen er realiseret som planlagt i perioden 0 til  $\tau$ . Nutidsværdien af de resterende *omkostninger* må nemlig være mindre end nutidsværdien af hele projektets omkostninger på starttidspunktet:

$$\int_{t=0}^T c_t \Phi_t dt = \int_{t=\tau}^{\tau+T} c_{t-\tau} \Phi_{t-\tau} dt \Rightarrow \int_{t=\tau}^T c_{t-\tau} \Phi_{t-\tau} dt < \int_{t=0}^T c_t \Phi_t dt \quad (6)$$

Hertil kommer, at nutidsværdien af fordelene må være større, da de er nærmere i tid:

$$\int_{t=\tau}^{\infty} b_t \Phi_{t-\tau} dt > \int_{t=0}^{\infty} b_t \Phi_t dt \quad (7)$$



Figur 8. Nutidsværdi af investeringsplanens omkostninger.

Det kan også illustreres grafisk som i figur 8.

Resultatet er, at tidens fremadskriden og planens realisering ikke kan gøre planen mindre værdifuld at fuldføre, tværtimod. Jo mere man nærmer sig tidspunktet for at høste fordelene, jo større er deres nutidsværdi og jo flere omkostninger, man allerede har betalt, jo mindre er nutidsværdien af de resterende. Dette gælder uanset diskonteringsfunktionens form og diskonteringsrentens størrelse. Ved en klassisk investeringsplan karakteriseret af putty-clay substituerbarhed og ikke-separabilitet er der altså ikke grund til at være nervøs for tidsinkonsistens.

Investeringer i finansielle aktiver og fornybare ressourcer karakteriseres som nævnt af putty-putty substituerbarhed og separabilitet. Profitmaksimerende adfærd for ejere af denne type af aktiver er at veksle aktiver med udsigt til beskeden værdiforøgelse til aktiver med udsigt til stor værdiforøgelse – en løbende porteføljepleje. Der er intet i den hyperbolske diskontering, der ændrer ved sandsynligheden for på et givet tidspunkt at kunne opnå et alternativt afkast, der er højere.

Ekspontentiell diskontering (i kontinuert tid) har den matematiske bekvemme egenskab, at den på et givet tidspunkt forventede alternative afkastrate er identisk med den øjeblikkelige diskonteringsrente (defineret som den relative ændring i diskonteringsfaktoren på tidspunktet). Derfor kan man anvende samme rentesats i den normative analyse af den bedste investering som i den deskriptive forudsigelse af den fremtidige forvaltning af aktivet. Det kan man imidlertid ikke, når man anvender hyperbolsk diskontering.

Et simplificeret eksempel herpå kan være optimering af en beplantning med henblik på salg af tømmer. En beplantning af en bestemt årgang vokser med en vækstrate, som på et tidspunkt begynder at aftage. Tømmerreservens værdi er rodværdien, hvis vækstrate aftager i takt med den biologiske vækst. Den optimale rotationsperiode bestemmes af forholdet imellem rodværdiens vækstrate og det alternative afkast, der kan opnås ved at realisere rodværdien og investere den i andre aktiver. Den optimale periode afsluttes, når det alternative afkast overstiger rodværdiens vækstrate.

Sandsynligheden for at den alternative vækstrate overstiger en given værdi i et bestemt år og dermed for optimalitetskriteriet, er imidlertid helt uafhængig af den sikkerhedsækvivalente diskonteringsfaktor beskrevet i ligning (2). Derfor vil der kun optræde tidsinkonsistens i forbindelse med diskontering af denne type investeringer, hvis man på planlægningstidspunktet fejlagtigt forudsætter, at de fremtidige ressourceforvaltere vil realisere tømmerreserven på det tidspunkt, hvor dens vækstrate kommer under diskonteringsrenten i stedet for på det tidspunkt, hvor den kommer under det forventede alternative afkast.

En anden type af tidsinkonsistens kan optræde, når et investeringsprojekt med en profil, hvor driftsperioden afsluttes med en betydelig omkostning. Det kan for eksempel være grusgrave og anden råstofudvinding, hvor der skal foretages oprydning og naturgenopretning efter driftsperioden eller atomkraftværker, som sammen med atomaffaldet skal demonteres og deponeres. I disse tilfælde vil nutidsværdien af den afsluttende udgift vokse, efterhånden som driftsperioden nærmer sig sin afslutning. Det er imidlertid ikke noget specielt for hyperbolsk diskontering. Problemet er helt det samme ved eksponentiel diskontering.

Selve problemet med tidsinkonsistens er dog i højeste grad relevant. I Danmark har langsigtede planer som elektrificeringen af jernbanerne, omstillingen af landbruget til en miljømæssigt bæredygtig udledning af næringsstoffer til naturen og omstilling til ikke-fossil energi været præget af stop-go politik. De økonomiske og miljømæssige omkostninger ved denne tidsinkonsistens er betydelige. Det kræver dog en integreret økokonomisk-politologisk analyse at forstå baggrunden for denne type af tidsinkonsistens, og hvordan man kan undgå den. Det har ikke så meget at gøre med diskonteringsmetoder.

### **Konklusion**

Anvendelsen af en høj kalkulationsrente i den økonomiske vurdering af offentlige planer og projekter, som den af Finansministeriet foreskrevne kalkulationsrente på 5-6%, kan institutionalisere en overdreven kortsigtethed som rettesnor for politiske prioriteringer. Det kan gå ud over økonomiens udviklingsmuligheder, såfremt de økonomiske anbefalinger, der er baseret på denne kortsigtethed, faktisk følges.

I et investorperspektiv må den samfundsøkonomiske diskonteringsrente afspejle de rene omkostninger ved kapital, den risikofri rente. Det ville give en kalkulationsrentesats på omkring et par procent.

Hertil må man imidlertid lægge de risici, som samfundet løber, for at kapitalen skal gå tabt, og de er ikke helt de samme for aktieinvestorer. Man kan enten indregne dem som risikopræmie i kalkulationsrenten eller som justeringer af de forventede indtægter/fordele og omkostninger ved projektet. Sidstnævnte anbefales.

Risici for valutakurs- og renteændringer, inflation, misligholdelse osv. afspejles i obligationsrenterne. Disse risici repræsenterer nødvendige omkostninger ved at finansiere offentlige investeringer, så de bør regnes med, selv om de nu er meget små i Danmark. Den effektive realrente af en 10-årig statsobligation kan derfor tjene som empirisk grundlag for den politisk-administrativt foreskrevne kalkulationsrente.

I et forbrugerperspektiv må kalkulationsrenten afspejle de tidspræferencer, der er relevante for borgerne som helhed, den kollektive forbruger. De er ikke helt de samme som dem, der kommer til udtryk i de individuelle forbrugeres adfærd.

Diskonteringsrenten må baseres på en fremtidig vækstrate i forbrugsmulighederne (uden olie- og gasindtægter), som skal estimeres i lyset af, at den gennemsnitlige vækstrate i forbrugsmulighederne over de seneste par årtier har været omkring 1% om året.

Et bredt interval af diskonteringsrenter kan være konsistente med det empiriske grundlag, og et vist element af subjektiv vurdering af fremtidige alternativ-afkast og vækstrater er nødvendigt. For projekter og planer med en tidshorisont under 30 år, anbefales eksponentiel diskontering med en kalkulationsrente på 3% +/-2%, forudsat at den forventede værdi af risici kan indarbejdes i projekternes omkostninger og indtægter/fordele.

Hyperbolsk diskontering afspejler mere korrekt den sikkerhedsækvivalente nutidsværdi af fremtidige diskonteringsfaktorer. Den vægtede 0-6% hyperbolske diskonteringsfunktion, der er vist i figur 5 ville give et mere retvisende billede af økonomien i projekter og planer, hvis horisont ligger i en fjernere fremtid.

En pragmatisk løsning kunne være – parallelt til den engelske – at diskontere med 3% +/-2% fra år 0 til år 30 og med en hyperbolsk diskonteringsfunktion fra år 30.

Den hyperbolske diskonteringsfunktion indebærer dels valg af økonomiens mulige fremtider, karakteriseret ved deres eksponentielle kalkulationsrenter og dels en vægtning af disse fremtider med deres sandsynlighed. Et sæt af mulige fremtider med diskonteringsrenter fra 0% til 6% vil i hvert fald dække alle eventualiteter ind.

Vægtene må imidlertid i høj grad bygge på subjektive vurderinger af sandsynligheden for, at disse fremtider realiseres. Det er en udfordring at udvikle en model for fastsættelse af disse vægte.



En hyperbolsk diskonteringsfunktion løser ikke det etiske problem ved at diskontere på tværs af generationer, men det formindsker det væsentligt. Diskontering indebærer en risiko for modstrid imellem diskonteringen af fremtidige værdier til nutidsværdi og den værdi, disse værdier repræsenterer for de fremtidige generationer. Derfor er en inter-generationel etik nødvendig også ved hyperbolsk diskontering.

### Litteratur

- Abildgren, K. 2005. *A historical perspective on interest rates in Denmark 1875-2003*.
- Arrow, K. J., W. Cline, K. G. Mähler, M. Munasinghe og J. Stiglitz. 1996. Intertemporal equity, discounting and economic efficiency in *Climate Change 1995. Economic and Social Dimensions of Climate Change*, red. I.P.o.C.C. (IPCC), B. J. P., L. H. og H. E. F., Cambridge University Press, Cambridge, MA.
- Arrow, K. J. og R. C. Lind. 1972. Uncertainty and the Evaluation of Public Investment Decisions: Reply, *The American Economic Review*, vol. 62, no. 1/2, pp. 71-172.
- Arrow, K. J. og R. C. Lind. 1970. Uncertainty and the Evaluation of Public Investment Decisions, *The American Economic Review*, vol. 60, no. 3, pp. 364-78.
- Bateman, H. N. 1995. Empirical and Public Choice Evidence for Hyperbolic Social Discount Rates and the Implications for Intergenerational Discounting. *Environmental and Resource Economics*, vol. 5, pp. 413-23.
- BEK nr. 1295 af 13/12/2005 (Godkendelse af kollektive varmforsyningsanlæg) (2005): *Bekendtgørelse om godkendelse af projekter for kollektive varmforsyningsanlæg*. BEK nr. 1295 af 13/12/2005, Klima- og Energiministeriet.
- Bruzeliuss, N., B. Flyvbjerg og W. Rothengatter. 2002. Big decisions, big risks. Improving accountability in mega projects, *Transport Policy*, vol. 9, no. 2, pp. 143-54.
- Bundesministerium der Finanzen. 2010. *Personalkostenzätze, Sachkostenpauschale und Kalkulationszinssätze für Wirtschaftslieitsuntersuchungen*. RdSchr. d. BMF.
- Bundesministerium der Finanzen. 2009. *Personalkostenzätze, Sachkostenpauschale und Kalkulationszinssätze für Wirtschaftslieitsuntersuchungen*. RdSchr. d. BMF.
- Chichilnisky, G. 1996. An axiomatic approach to sustainable development, *Social Choice and Welfare*, vol. 13, no. 2, pp. 231-57.
- Comité des directeurs transports. 2005. *Instruction cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport*.
- Commissariat général du Plan. 2005. *Le prix du temps et la décision publique. Révision du taux d'actualisation public*.
- Commission of the European Communities, DGRP. 2008. *Guide to cost-benefit analysis of investment projects. Structural Funds, Cohesion Fund and Instrument for Pre-Accession*.
- Cowell, F. A. og K. Gardiner. 1999. *Welfare Weights*, STICERD, London School of Economics, London.
- Danmarks Statistik. 2010. *Danmarks Statistikbank*. Available: <http://statistikbanken.dk> [2010, 13.08.2010].
- Danmarks Statistik. 2009. *Danmarks Statistikbank*.
- Det Kongelige Finansdepartement. 2005. *Behandling av kalkulasjonsrente, risiko, kalkulasjonspriser og skattekostnad i samfunnsøkonomiske analyser*.
- Det Økonomiske Råd. 2008. *Dansk Økonomi efterår 2008*.
- Det Økonomiske Råd. 2007. *Dansk Økonomi forår 2007*.
- Det Økonomiske Råd. 2006. *Dansk Økonomi efterår 2006*.
- Det Økonomiske Råd. 2002. *Dansk Økonomi forår 2002*.
- Det Økonomiske Råd. 1999. *Dansk Økonomi forår 1999*.
- Det Økonomiske Råd. 1998. *Dansk økonomi, efterår 1998*.

- Duijn, J. J. v. 1983. *The long wave in economic life*, George Allen og Unwin, London.
- Energistyrelsen. 2008. *Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet*.
- Energistyrelsen. 2007. *Vejledning i samfundsøkonomiske analyser på energiområdet*.
- European Climate Foundation (ECF). 2009. Roadmap 2050. *A practical guide to a prosperous, low carbon Europe. Technical analysis*.
- Evans, D. J. 2005. The elasticity of marginal utility of consumption: Estimates for 20 OECD countries, *Fiscal Studies*, vol. 26, no. 2, pp. 197-224.
- Evans, D. J. og H. Sezer. 2005. Social discount rates for member countries of the European Union, *Journal of Economic Studies*, vol. 32, no. 1, pp. 47-59.
- Finansdepartementet. 2005. *Veileder i samfunnsøkonomiske analyser*.
- Finansdepartementet. 2001. *Retningslinjer for den økonomiske politikken*, Oslo.
- Finansministeriet. 1999. *Vejledning i udarbejdelse af samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger*.
- Fisher, I. 1930. *The Theory of Interest. As Determined by Impatience to Spend Income and Opportunity to Invest It*, The Macmillan Co, New York.
- Gollier, C. 2008. Discounting with fat-tailed economic growth, *Journal of Risk and Uncertainty*, vol. 37, no. 2-3, pp. 171-86.
- Gollier, C. 2004. Maximizing the expected net future value as an alternative strategy to gamma discounting, *Finance Research Letters*, vol. 1, no. 2, pp. 85-89.
- Gollier, C. 2002a. Discounting an uncertain future, *Journal of Public Economics*, vol. 85, no. 2, pp. 149-66.
- Gollier, C. 2002b. Time horizon and the discount rate, *Journal of Economic Theory*, vol. 107, no. 2, pp. 463-73.
- Gollier, C., P. Koundouri og T. Pantelidis. 2008. Declining discount rates: Economic justifications and implications for long-run policy, *Economic Policy*, vol. 23, no. 56, pp. 757-95.
- Gollier, C. og M. L. Weitzman. 2010. How should the distant future be discounted when discount rates are uncertain?, *Economics Letters*, vol. 107, no. 3, pp. 350-53.
- Hansen, A. C. 2006. Do declining discount rates lead to time-inconsistent economic advice?, *Ecological Economics* 60(1): 138-44.
- Hansen, A. C. 2001. Estimating Non-Renewable Resource Capital Consumption in *The Sustainability of Long-term Growth*, red. M. Munashinghe, O. Sunkel og C.d. Miguel, Edward Elgar Publishing, Cheltenham, pp. 397-421.
- Hansen, A. C. 1997. Ægte opsparing – et operationelt bæredygtighedskriterium?, *Økonomi og Politik*, vol. 70, no. 3, pp. 34-48.
- Hansen, A. C. 1995. Bæredygtig opsparing og dansk økonomi i *Miljøet, markedet og velfærdsstaten*, red. P. Lübcke.
- Harrod, R. 1948. *Towards a dynamic economics: some recent developments of economic theory and their application to policy*, Macmillan.
- Heal, G. 1998. *Valuing the Future: Economic Theory and Sustainability*, Columbia University Press.
- Her Majesty's Treasury (HMT). 2004. *The Green Book. Appraisal and Evaluation in Central Government*, The Stationery Office, London.
- Ingeniørforeningen i Danmark (IDA). 2009. *IDAs klimaplan 2050*.
- International Energy Agency (IEA). 2009. World Energy Outlook 2009, <http://www.oecdilibrary.org/oecd/content/book/weo-2009-en> edn, OECD/IEA.
- Koopmans, T. C. 1960. Stationary Ordinal Utility and Impatience, *Econometrica*, vol. 28, no. 2, pp. 287-309.
- Kystdirektoratet. 2009. *Manual for udarbejdelse af bestemmelser knyttet til den samfundsøkonomiske analyse samt oversvømmelsesdirektivet*.
- Li, C. og K. Lofgren. 2000. Renewable Resources and Economic Sustainability: A Dynamic Analysis with Heterogeneous Time Preferences, *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 40, no. 3, pp. 236-50.
- Liikenne- ja aluehallinto. 2004. *Tiehankeiden arviointiohje. Suunnitteluvaiheen ohjaus*, Tiehallinto, Helsinki.
- Lind, R. C. 1982. *Discounting for Time and*

- Risk in Energy Policy*, Resources For the Future, Johns Hopkins University Press-Lind, R.C, Washington.
- Lintner, J. 1969. The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets: A Reply, *The review of economics and statistics*, vol. 51, no. 2, pp. 222-24.
- Lintner, J. 1965. The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets, *The review of economics and statistics*, vol. 47, no. 1, pp. 13-37.
- Loewenstein, G. og D. Prelec. 1992. Anomalies in Intertemporal Choice. Evidence and an Interpretation, *Quarterly Journal of Economics*, vol. 107, no. 2, pp. 573-97.
- Mesarovic, M. og E. Pestel. 1974. *Mankind at the turning point: the second report to the Club of Rome*, E. P. Dutton, New York.
- Miljøministeriet. 2010. *Samfundsøkonomisk vurdering af miljøprojekter*.
- Møller, F. 2009. *Velfærd nu eller i fremtiden. Velfærdsøkonomisk og nytteetisk vurdering over tid*. Århus Universitetsforlag.
- Møller, F., S. P. Andersen, P. Grau, H. Huusom, T. Madsen, J. Nielsen og L. Strandmark. 2000. *Samfundsøkonomisk vurdering af miljøprojekter*.
- Newell, R. G. og W. A. Pizer. 2004. Uncertain discount rates in climate policy analysis, *Energy Policy*, vol. 32, no. 4, pp. 519-29.
- Newell, R. G. og W. A. Pizer. 2003. Discounting the distant future: How much do uncertain rates increase valuations?, *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 46, no. 1, pp. 52-71.
- Nielsen, S. og O. Risager. 2001. *Stock returns and bond yields in Denmark, 1922-99*.
- Officer, L. H. 2008a. *What Was the Consumer Price Index Then? A Data Study*.
- Officer, L. H. 2008b. *What Was the Interest Rate Then? A Data Study*.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) 2009, *The Economics of Climate Change Mitigation Policies and Options for Global Action beyond 2012*.
- Pigou, A. C. 1950. *The Economics of Welfare*, MacMillan, London.
- Portney, P. R. og J. P. Weyant. 1999. *Discounting and Intergenerational Equity*, RFF Press.
- Price, C. 1993. *Time, discounting og value*, Blackwell Publishers.
- Ramsey, F. P. 1928. A Mathematical Theory of Saving, *The Economic Journal*, vol. 38, no. 152, pp. 543-59.
- Sen, A. K. 1967. Isolation, Assurance and the Social Rate of Discount, *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 81, no. 1, pp. 112-24.
- Sharpe, W. F. 1964. Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk, *The Journal of Finance*, vol. 19, no. 3, pp. 425-42.
- Solow, R. M. 1974. The Economics of Resources or the Resources of Economics, *The American Economic Review*, vol. 64, no. 2, pp. 1-14.
- Stern, N. 2007. *The Economics of Climate Change. The Stern Review*. Cambridge University Press, New York.
- Thaler, R. 1981. Some empirical evidence on dynamic inconsistency, *Economics Letters*, vol. 8, no. 3, pp. 201-07.
- The Economist. 1991. What price posterity?, *Economist*, no. 23 Mar 91, pp. 97.
- Trafikministeriet. 2001. *Notat til trafikudvalgets høring om elektrificering af bane-nettet*.
- Vägverket. 2006. *Vägverkets samhällsekonomiska kalkylvärden*, Vägverket.
- Weitzman, M. L. 2007a. A review of the Stern Review on the economics of climate change, *Journal of Economic Literature*, vol. 45, no. 3, pp. 703-24.
- Weitzman, M. L. 2007b. Subjective expectations and asset-return puzzles, *American Economic Review*, vol. 97, no. 4, pp. 1102-30.
- Weitzman, M. L. 2001. Gamma Discounting, *The American Economic Review*, vol. 91, no. 1, pp. 260-71.
- Weitzman, M. L. 1998. Why the Far-Distant Future Should Be Discounted at its Lowest Possible Rate, *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 36, pp. 201-08.